



# **Использование энергии и энергоэффективность в российском жилищном секторе.**

## **Как сделать его низкоуглеродным?**

**Москва, март 2014 г.**



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ</b> .....	<b>5</b>
<b>2. АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b> .....	<b>16</b>
2.1. Динамика и структура жилищного фонда Российской Федерации .....	16
2.2. Динамика благоустройства жилищного фонда Российской Федерации .....	20
2.3. Динамика потребности в капитальном ремонте и капитального ремонта жилищного фонда .....	20
2.4. Объемы, структура и динамика потребления энергоресурсов в жилищном секторе .....	24
2.5. Рост расходов домохозяйств на энергообеспечение и уровень экономической доступности жилищных и коммунальных услуг .....	30
2.1 Степень удовлетворенности населения коммунальными услугами .....	32
<b>3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ЖИЛИЩНОМ СЕКТОРЕ</b> .....	<b>34</b>
3.1. Индикаторы энергоэффективности в жилищном секторе .....	34
3.2. Оценка прогресса в повышении эффективности использования энергии.....	35
3.3. Результаты энергетических обследований жилых зданий .....	37
3.4. Кривые распределения жилых зданий по уровню энергоэффективности.....	43
3.5. Типология энергопотребления и эффектов от повышения энергоэффективности в жилых зданиях .....	47
3.6. Сопоставление показателей эффективности использования энергии с зарубежными странами .....	49
3.6.1. <i>Суммарное потребление энергии</i> .....	49
<b>4. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ В ЖИЛИЩНОМ СЕКТОРЕ</b> .....	<b>51</b>
4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО, ЭКОНОМИЧЕСКОГО И РЫНОЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ.....	51
4.2. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА .....	51
<b>5. АНАЛИЗ БАРЬЕРОВ НА ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ЗДАНИЯХ</b> .....	<b>60</b>
<b>6. МОДЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РАБОТЕ</b> .....	<b>64</b>
6.1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ RES-RUS .....	64
6.1.1. <i>Общая логика моделирования и исходные данные для оценки параметров модели</i> .....	64
6.1.2. <i>Моделирование потребления энергии на отопление жилых зданий</i> .....	66
6.1.3. <i>Моделирование потребления горячей воды</i> .....	70
6.1.4. <i>Моделирование потребления энергии на приготовление пищи</i> .....	71
6.1.5. <i>Моделирование потребления энергии на освещение</i> .....	72
6.1.6. <i>Моделирование потребления электроэнергии бытовыми электроприборами длительного пользования</i> .....	73
6.2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ REN-RUS.....	77
<b>7. МЕРЫ ПОЛИТИКИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ЗДАНИЯХ</b> .....	<b>80</b>
7.1. Россия начала движение вспять.....	80
7.2. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ЗДАНИЯХ.....	81
7.3. ОДИН ПРИМЕР ЗАИМСТВОВАНИЯ ОПЫТА.....	95



<b>8.</b>	<b>СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СЕКТОРЕ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>102</b>
8.1.	МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ .....	102
8.2.	ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ ЖИЛОГО ФОНДА .....	103
8.3.	ПРОГНОЗ ОБЪЕМОВ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА.....	106
8.4.	БАЗОВЫЙ СЦЕНАРИЙ .....	116
8.4.1.	<i>Допущения базового сценария .....</i>	<i>116</i>
8.4.2.	<i>Результаты расчетов по базовому сценарию .....</i>	<i>118</i>
8.5.	«ШАГ В 21 ВЕК».....	123
8.5.1.	<i>Допущения сценария «Шаг в 21 век» .....</i>	<i>123</i>
8.5.2.	<i>Результаты расчетов по сценарию «Шаг в 21 век» .....</i>	<i>127</i>
8.6.	«МЯГКИЙ ПУТЬ» .....	131
8.6.1.	<i>Допущения сценария «Мягкий путь» .....</i>	<i>131</i>
8.6.2.	<i>Результаты расчетов по сценарию «Мягкий путь» .....</i>	<i>136</i>



## Введение

Целью данного проекта является подробное определение структуры, тенденций и прогнозов потребления энергии в российском жилищном секторе, как по типам зданий (с выделением МКД), так и по процессам, и на этой основе выработка предложений по совершенствованию политики повышения эффективности использования энергии в жилищной сфере, а также определение затрат и выгод, связанных с реализацией такой политики.

Расчеты проводятся на период до 2050 г. Такой горизонт анализа позволяет выйти за рамки границ инерционности мышления и нынешнего видения ситуации, избежать примитивной экстраполяции ее на будущее, увидеть и оценить перспективы, которые сегодня еще многим кажутся несбыточными. Задача ставится не так, чтобы перенести прошлое и нынешнее в будущее, а наоборот, оценив возможности будущего, скорректировать нынешнюю политику так, чтобы заблаговременно начать строить прочный фундамент светлого будущего, инновационной, «зеленой» экономики, чтобы со временем превратить «математику» будущего в практику настоящего.

Основные результаты и выводы работы в сжатой форме сформулированы в Главе 1, которая выполняет функцию резюме для лиц, принимающих решения. Последующие главы посвящены их обоснованию. В Главе 2 показаны состояние и динамика жилищного фонда, данные о тарифах на жилищно-коммунальные услуги и оценки их экономической доступности для населения. В Главе 3 приведены характеристики объемов и уровней эффективности потребления энергии в жилых зданиях. Затраты на реализацию потенциала экономии энергии в жилищном секторе представлены в Главе 4, барьеры на этом пути описаны в Главе 5. Задача прогноза на период до 2050 г. потребовала разработки комплекса математических моделей для долгосрочного прогнозирования, описание которых приведено в Главе 6. В Главе 7 отражено развитие нормативно-правовой базы в сфере повышения энергоэффективности в России за последние два года и практики нормативного регулирования этих процессов в ведущих зарубежных странах. Результаты оценки перспектив повышения эффективности использования энергии в зданиях для трех сценариев – “Базового”, “Шаг в 21 век” и “Мягкий путь” – показаны в Главе 8.

Работа выполнена сотрудниками Центра по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ) И.А. Башмаковым (Главы 1-8), В.И. Башмаковым (Глава 7), К.Б. Борисовым (Глава 8), М.Г. Дзедзичеком (Глава 4), О.В. Лебедевым (Глава 7), А.А. Луниным (Глава 7) и А.Д. Мышак (глава 6).

Редактирование и оформление отчета выполнено Т.Б. Шишкиной и О.С. Ганзюк.

И.А. Башмаков

Исполнительный директор ЦЭНЭФ

## 1. Основные выводы и рекомендации

### 1. Фонд жилых зданий в 2013 г. превысил 3400 млн м<sup>2</sup>

Согласно данным Росстата, на конец 2012 г. жилищный фонд (общая площадь жилых помещений) состоял из 19971 тыс. зданий общей площадью 3349 млн м<sup>2</sup>, в том числе в городских поселениях 2425 млн м<sup>2</sup> (72,4%), а в сельской местности – 923 млн м<sup>2</sup> (27,6%). Жилищный фонд состоял из 3194 тыс. многоквартирных жилых зданий (МКД) общей площадью 2242 млн м<sup>2</sup> (67%) и 16766 тыс. индивидуальных жилых зданий (ИОЗ) общей площадью 1058 млн м<sup>2</sup> (31,6%), а также общежитий общей площадью 40 млн м<sup>2</sup>. В 2000-2012 гг. жилищный фонд вырос на 20%.

**Проблема изношенности жилищного фонда должна решаться путем его капитального ремонта и реконструкции.** Средний возраст российского жилого здания можно определить равным 46 годам (при расчете по жилищной площади – 37 лет). Это близко к показателям для США и Германии (44 года), существенно выше, чем в Японии (30 лет), но значительно ниже, чем в Великобритании (около 60 лет). Процент износа свыше 66% в 2012 г. имели 8% индивидуально-определенных зданий и 9% многоквартирных жилых домов (МКД), или около 4% площади всех жилых зданий. Площадь ветхого и аварийного жилья составила в 2012 г. 100 млн м<sup>2</sup>, или 3% от всего жилого фонда. В 90-х годах объемы капитального ремонта жилого фонда резко упали. Их рост начался после создания в 2007 г. ФСРЖКХ. В 2008 г. доля капитального ремонта выросла до 1,6% от всего жилого фонда и до 2,2% от площади МКД. Однако к 2012 г. доля капитального ремонта жилищного фонда вновь пошла на спад и снизилась до 0,7%. Что касается комплексных капитальных ремонтов, то их доля вышла на пик в 2009 г. (0,8% от фонда зданий) и упала к 2012 г. до 0,17%.

**В 2010 г. доля расходов на ЖКУ в потребительских расходах домашних хозяйств вошла в «красную» зону за порогом доступности ЖКУ и оставалась в ней на протяжении 2011-2012 гг.** Существуют два порога доступности ЖКУ. Первый – для среднего отношения «платеж за ЖКУ/доход» – равен 7-8%. Если этот порог превышен, то платежная дисциплина падает и (или) снижается уровень комфорта. При довольно значительной экономической нагрузке и росте расходов на коммунальные услуги в 12 раз в 2000-2013 гг. большая доля россиян все еще не может получить надежные и качественные услуги энергоснабжения их жилищ.

### 2. На цели энергоснабжения зданий расходуется около четверти первичной энергии

**Сектор жилых зданий является крупным потребителем энергии, на долю которого приходится: 23% потребления первичной энергии; 21% потребления конечной энергии; 42% конечного потребления тепловой энергии; 16% конечного потребления электроэнергии; 25% конечного потребления природного газа и почти треть суммарного потребления природного газа.** В 2012 г. 64,6% потребления энергии в жилищном секторе пришлось на цели отопления, еще 18,3% – на ГВС, а на прочие нужды приходится около 17%.

**В 2007-2013 гг. удельный расход энергии и в расчете на 1 м<sup>2</sup> жилой площади при приведении к сопоставимым погодным условиям сократился на 14%.** Это большое

достижение. Удельный расход энергии на  $1 \text{ м}^2$  в 2012 г. составил в России 43,4 кгУТ/м<sup>2</sup>/год, или 353 кВт-ч/м<sup>2</sup>. При этом в старых зданиях удельный расход выше – 44,5 кгУТ/м<sup>2</sup>/год, а в новых (30,4 кгУТ/м<sup>2</sup>/год) – ниже средней величины. Существенно выросла доля квартир и МКД, оснащенных приборами учета, и доля применяемых энергоэффективных ламп. Однако, несмотря на несомненный прогресс в последние годы, в ряде случаев индикаторы энергоэффективности в жилищном секторе оказались хуже заданий Государственной программы «Энергосбережение и развитие энергетики».

**Важным инструментом анализа потенциала экономии энергии является бенчмаркинг – построение кривых распределения однотипных энергопотребляющих объектов (жилых зданий) по уровню их энергетической эффективности**, позволяющее не только оценивать величину потенциала энергосбережения, но и отбирать объекты для первоочередного включения в состав программ повышения энергоэффективности. Анализ теплозащитных характеристик жилых зданий, вне зависимости от того, где он проводился, – в Норильске, Ростове-на-Дону, Тюмени, Омске, Санкт-Петербурге или Москве – показывает, что потери тепловой энергии через ограждающие конструкции довольно велики, особенно для зданий, построенных до 2000 г.

**Существенно более точно определять масштабы потребления энергии и возможности ее экономии в жилых зданиях позволяет проведение типологии жилых зданий.** Типология жилых зданий позволяет на основе подробных выборочных обследований ограниченного числа наиболее распространенных серий зданий экстраполировать результаты на всю выборку и со значительно более высокой точностью, но при ограниченных затратах формировать качественные программы повышения энергоэффективности в жилых зданиях, определять потребность в ресурсах и эффекты от их реализации.

**Вопреки широко распространенному мнению, среднее потребление энергии на  $1 \text{ м}^2$  жилого здания в России (363 кВт-ч/м<sup>2</sup>) не так уж сильно отличается от средней величины для страны с похожим климатом – Финляндии (320 кВт-ч/м<sup>2</sup>).** Конечно, оно намного выше, чем в среднем по ЕС (220 кВт-ч/м<sup>2</sup>) или в Испании (150 кВт-ч/м<sup>2</sup>), где среднее число градусо-суток отопительного периода существенно ниже. В США удельный расход энергии на  $1 \text{ м}^2$  равен 450 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год, в Японии – 300 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год, а для городского населения Китая – примерно 175 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год<sup>1</sup>. Важно иметь в виду, что данный индикатор скрывает влияние ряда факторов – структуры жилого фонда по этажности, обеспеченности бытовыми приборами и их средней мощностью и качеством используемых энергоресурсов.

### **3. Чтобы освоить потенциал энергосбережения в зданиях, необходимо пройти плотные породы барьеров на пути повышения энергоэффективности**

**Все барьеры на пути повышения энергоэффективности можно разделить на четыре большие группы: недостаток мотивации; недостаток информации; недостаток финансовых ресурсов и «длинных» денег и недостаток организации и координации.** Прежде был еще пятый барьер – недостаток технологий. Эти барьеры имеют очень разную природу: ценовые и финансовые; барьеры, связанные со структурой и организацией экономики и рынка; институциональные; социальные; культурные; поведенческие и т.д. Практически все они устранимы с помощью целевых мер политики повышения энергоэффективности. К технологическим барьерам относятся недостаток

<sup>1</sup> Global Energy Assessment. Towards a Sustainable Future. IIASA. Austria. 2012.



навыков проектирования, нехватка материалов и технологий для строительства и опыта эксплуатации энергоэффективных зданий. Также к этой группе барьеров можно отнести недостаточный контроль качества и соблюдения технологии строительства или реконструкции. При строительстве зданий особенно важен разрыв в мотивации (проблема “принципал-агент”). Существенную роль также играют такие барьеры, как неопределенность ожидаемого эффекта; высокая стоимость установки оборудования и строительства зданий; высокая доля малоимущих семей; малый размер проекта; низкие и субсидируемые цены на энергию для бытовых потребителей; низкая платежная дисциплина; восприятие высоких рисков; слабая база статистики по жилым зданиям; слабая информированность потребителей и низкий уровень взаимного доверия агентов в системе ЖКХ; неполнота мер политики по стимулированию повышения энергоэффективности и недостаточность их финансирования, а также нехватка кадров.

#### **4. За последние несколько лет политика повышения энергоэффективности в секторе жилых зданий существенно активизировалась, но... последние два года в России наблюдается движение вспять**

После 2009 г. деятельность по повышению энергоэффективности в секторе зданий в России существенно активизировалась. Однако **в последние два года наметилось движение вспять в ключевых направлениях реализации политики повышения энергоэффективности в жилых зданиях**. В январе 2013 г. был опубликован СП 50-13330-2012 (актуализированный СНиП 23-02-2003 “Тепловая защита зданий”), который, по мнению многих ведущих специалистов, отбросил нашу страну назад в области требований к теплозащите зданий.

**Возможности повышения энергоэффективности жилых зданий за счет их капитального ремонта оказались также существенно урезанными.** ФЗ-471 от 28.12.2013 исключил из минимального перечня работ, которые можно финансировать за счет взноса на капитальный ремонт, позиции по утеплению фасада и установке приборов учета. Такие позиции можно вводить в региональных законах. Однако анализ 26 уже принятых региональных законов по капитальному ремонту позволил обнаружить меры по утеплению фасада и установке приборов учета только в 8 из них.

**За последние 40 лет накоплен богатый зарубежный опыт реализации политики повышения энергоэффективности в зданиях, который можно тиражировать в России.** Основными мерами политики являются: нормирование параметров энергоэффективности зданий с помощью СНиП; нормирование параметров энергоэффективности бытового оборудования с помощью стандартизации; сертификация и маркировка зданий и оборудования по уровням энергоэффективности; госзакупки только зданий и оборудования высоких классов энергетической эффективности; использование механизма энерго-сервисных контрактов; повышение энергоэффективности за счет средств ресурсоснабжающих компаний путем реализации программ интегрированного планирования энергетических ресурсов, управления спросом, схемы белых сертификатов и стандартов на ресурс энергоэффективности; финансирование с оплатой из счетов за энерго-снабжение; программы льготного кредитования, включая схемы льготного ипотечного кредитования энергоэффективных зданий и “зеленых” зданий; предоставление бюджетных субсидий; предоставление льгот по налогам; партнерство власти и бизнеса в разработке и продвижении на рынок новых технологий; инвентаризация фонда зданий и совершенствование статистики; энергетические аудиты; информационные кампании.

## 5. Для оценки перспектив потребления энергии зданиями использовалась система расчетных моделей

Оценка перспектив реализации политики повышения энергоэффективности в секторе зданий России проведена на основе использования двух математических моделей. Первая из них – модель потребления энергии населением (RES-RUS) – включает блоки эволюции структуры жилищного фонда, потребления энергии на нужды отопления, горячего водоснабжения, потребления энергии на нужды приготовления пищи и основными бытовыми электроприборами; модели экономического роста и ввода жилья. Вторая модель (REM-RUS) описывает процессы движения и старения жилых зданий, объемы финансирования и масштабы реализации капитального ремонта жилых зданий, а также возможные уровни экономии энергии при реализации разных пакетов мер по капитальному ремонту.

## 6. Базовый сценарий

**Объемы ввода жилья** превышают 100 млн м<sup>2</sup> в год к 2030 г., а затем стабилизируются на этом уровне и постепенно снижаются по мере снижения численности населения и его старения и за счет замедления роста экономики.

**Жилищный фонд увеличивается с 3,4 млрд м<sup>2</sup> в 2014 г. до 6,2 млрд м<sup>2</sup> в 2050 г.** Динамика жилого фонда определяется не только вводом жилой площади, но и ее выбытием, в т.ч. по ветхости и аварийности, а также переводом нежилых помещений в жилые и обратно. К 2050 г. обеспеченность населения жильем удваивается и достигает 46 м<sup>2</sup>/чел. Во всех сценариях предполагается рост доли индивидуального жилищного фонда.

**Для повышения энергоэффективности МКД в равной степени важно повышать энергоэффективность как новых зданий, так и уже построенных.** В 2050 г. на долю уже построенных до настоящего момента зданий придется почти половина жилого фонда МКД. Средний возраст МКД вырастет с 36 до 61 года, доля МКД старше 25 лет – до 85%, а старше 40 лет – до 54%.

**В 2050 г. доля индивидуальных жилых зданий, построенных после 2000 г., будет доминировать, составляя 75% от всего фонда индивидуальных жилых зданий.** В отношении этой группы зданий нет ясности, насколько реально выполняются нормативные требования по энергоэффективности. Значительная часть индивидуального жилого фонда, который будет построен до 2050 г., может оказаться недостаточно энергоэффективной. Собственники квартир и индивидуальных жилых домов проводят капитальный ремонт за свой счет. Эти расходы отражаются по статье «ремонт и строительство жилья» в структуре потребительских расходов населения. В 2009 г. они составили 132 млрд руб.

**Проблема активизации КР – поиск источников его финансирования.** По данным формы 1-КР, в 2012 г. на эти цели было израсходовано 129 млрд руб. ФЗ-271 ввел обязательный взнос на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме. Его размер определяют субъекты РФ. Сборы за счет этого взноса в 2015 г. составят около 190 млрд руб.

**Площадь КР МКД будет зависеть от средней стоимости пакета мер.** При ставке обязательного платежа (взноса на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме) 5 руб./м<sup>2</sup>/мес. и при отсутствии бюджетной поддержки можно провести относительно простой выборочный КР стоимостью около 1000 руб./м<sup>2</sup> только





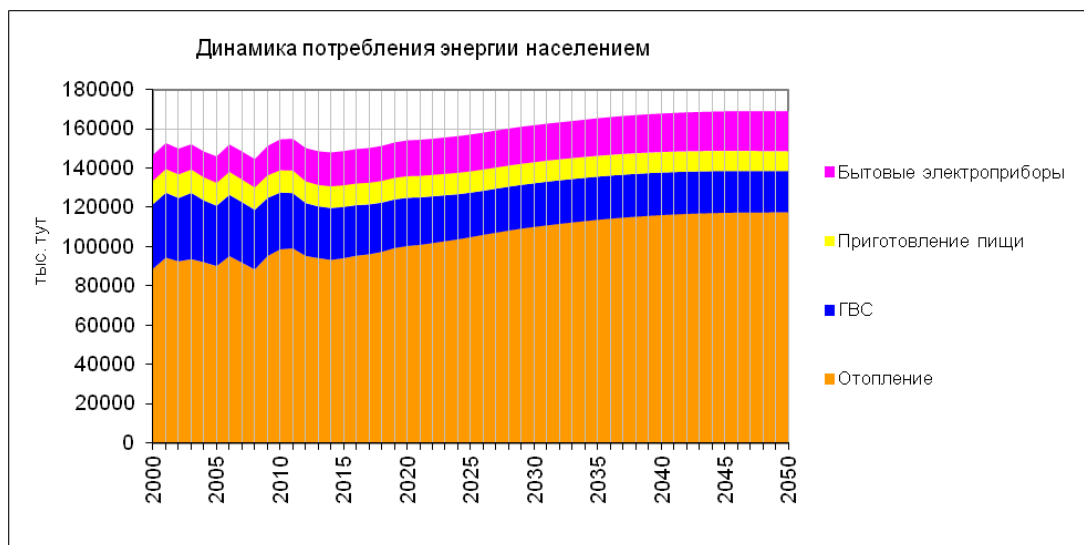
один раз в 17 лет, а комплексный КР – один раз в 40-94 лет. Ни выборочные, ни комплексные капитальные ремонты не должны проводиться с такой низкой частотой.

**ФЗ-271 указывает, что финансирование работ по КР общего имущества в МКД может осуществляться с применением мер финансовой поддержки за счет средств бюджетов разных уровней.** Бюджетные субсидии на капитальный ремонт следует предоставлять только на проведение комплексных ремонтов, а размер субсидии должен зависеть от проектных оценок эффекта (выплата 60% объема субсидии) по повышению энергоэффективности и фактически достигнутой экономии (выплата оставшихся 40% субсидии). При этом доля софинансирования из бюджета может ежегодно сокращаться по заранее известному графику, что будет стимулировать собственников не откладывать проведение комплексных капитальных ремонтов.

**В базовом сценарии** в вводах жилых домов предполагается сохранение тенденции к росту доли индивидуальных жилых домов. Принято допущение, что нормирование удельного энергопотребления на единицу площади в расчете на градусосутки отопительного периода для новых зданий ограничится величиной 15% в 2011-2050 гг., что только 25% проектов будут соответствовать нормативным требованиям по энергетической эффективности жилых зданий. Предполагается реализация преимущественно выборочных капитальных ремонтов с экономией энергии по их результатам в размере 3-5% от базового потребления. Предполагается также, что в базовом сценарии продолжится оснащение потребителей приборами учета.

**В базовом сценарии не удастся остановить рост потребления энергии в жилых зданиях, несмотря на то что к 2050 г. удельный расход энергии снижается с 44 кгУТ/м<sup>2</sup> (357 кВт-ч/м<sup>2</sup>) в 2012 г. до (220 кВт-ч/м<sup>2</sup>). Потребление энергии растет на 10%; природного газа – на 14%, электроэнергии – на 30%. Прирост потребности жилищного сектора в энергии в базовом сценарии происходит в основном за счет отопления растущего фонда жилых зданий и роста потребления бытовыми приборами (рис. 1.1). Потребление энергии на цели ГВС и приготовления пищи сокращается. Доминирование централизованного тепла в топливном балансе жилищного сектора сохраняется на всем периоде. Однако в отоплении оно все больше замещается природным газом.**

**Рисунок 1.1 Потребление энергии населением по направлениям использования в базовом сценарии**



Источник: ЦЭНЭФ

## 7. Сценарий «Шаг в 21 век»

В сценарии «Шаг в 21 век» предполагается реализация следующего графика повышения требований к удельному расходу теплоты на отопление и вентиляцию (для здания выше 12 этажей): 2016 г. – снижение удельного расхода на 30% от базового уровня 2011 г.; 2021 г. – на 40%; 2026 г. – на 55%; 2031 г. – на 50%; 2036 г. – на 55%; 2041 г. – на 60% и с 2046 г. – на 65%. Кроме того, принимается допущение, что с 2025 г. все вновь вводимые здания будут полностью соответствовать нормативным требованиям по энергоэффективности.

Предполагается, что с 2015 г. финансирование из бюджетов всех уровней на капитальный ремонт будет равно 50% от средств, собранных собственниками, со снижением этой доли до нуля к 2026 г., что доля комплексных ремонтов будет не менее 90%, что экономия энергии на цели отопления по его результатам будет равна 30%. Это меньше возможных 40-70%. То есть данный сценарий не полностью использует потенциал экономии капитального ремонта, но учитывает реалии последних лет в его регулировании, сокращающие возможности повышения энергоэффективности.

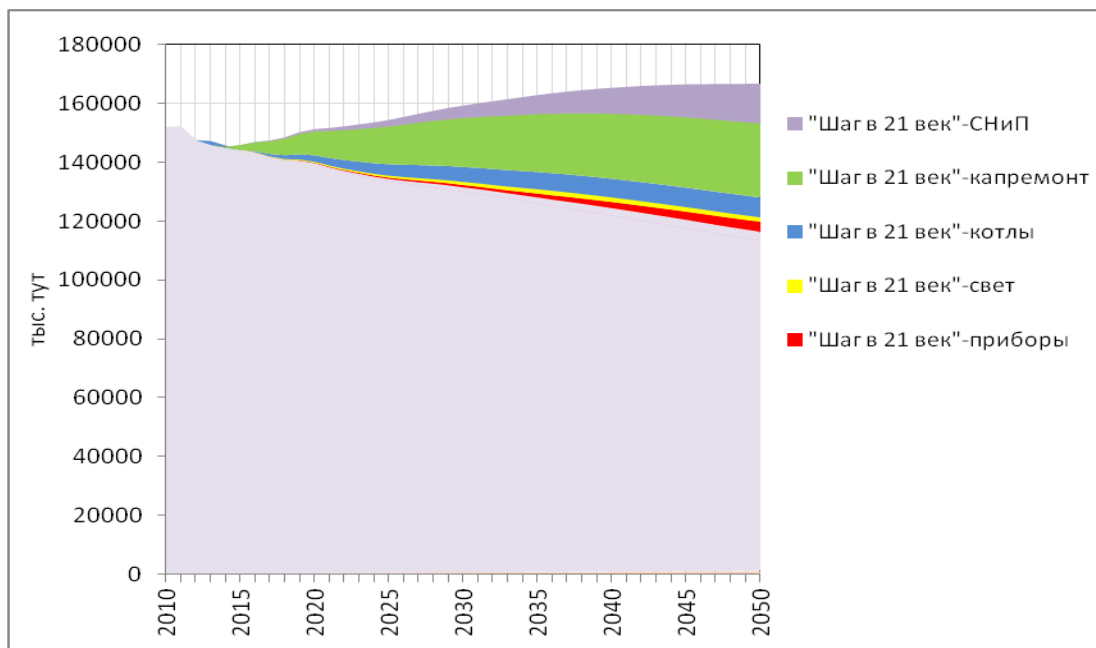
Принимается допущение, что ежегодно выбывает 5% газовых котлов, и в проектах нового строительства, капитального ремонта и замены старых котлов применяются только котлы с КПД не ниже 92%. В итоге, **средний КПД газовых котлов растет с 75% в 2010 г. до 91% к 2050 г.** Предполагается также, что КПД газовых плит, а также отопительных систем и водоподогревателей на других видах топлива будет расти такими же темпами, что и КПД газовых котлов.

Доля ламп накаливания снижается по сравнению с базовым сценарием в 2020 г. с 61% до 47%, а в 2036 г. – с 42% до нуля. Принято допущение, что средняя мощность энергоэффективной лампы, замещающей стандартную лампу накаливания, будет снижаться на 1% в год. Принято также допущение, что за счет реализации информационных программ и программ стимулирования приобретения более энергоэффективного оборудования удастся ускорить снижение среднего удельного расхода энергии для новых основных бытовых приборов на 1% в год.

**За счет мероприятий сценария «Шаг в 21 век» вместо роста потребления энергии в жилых зданиях в 2010-2050 гг. наблюдается его снижение, несмотря на существенный рост объема жилого фонда** (рис. 1.2). Удастся также сначала ограничить рост, а затем обеспечить снижение потребления даже электроэнергии. Ее потребление по сравнению с базовым сценарием снижается на 57 млрд кВт·ч. Это равно годовой выработке 25 тепловых электростанций мощностью 500 МВт каждая. Потребление природного газа и тепловой энергии также устойчиво снижается.

**Всего экономия энергии по сравнению с базовым сценарием составляет в 2050 г. 50,6 млн тунт. Потребление энергии в 2050 г. составляет 77% от уровня 2010 г. и 70% от уровня 2050 г. в базовом сценарии.** Повышение нормативных требований к энергоэффективности новых зданий дает к 2050 г. экономию 13,5 млн тунт; введение требований по капитальному ремонту по энергоэффективным проектам – 25,2 млн тунт; замена газовых и прочих отопительных систем на энергоэффективные – 6,7 млн тунт, повышение эффективности систем освещения – 1,7 млн тунт, повышение эффективности бытового оборудования – еще 3,5 млн тунт. Существенно более динамично, чем в базовом сценарии – с 44 кгт/м<sup>2</sup>/год в 2011 г. до 19 кгт/м<sup>2</sup>/год в 2050 г. – снижаются удельные расходы энергии.

**Рисунок 1.2 Вклад отдельных укрупненных мероприятий по повышению энергоэффективности в изменение динамики потребления энергии населением в сценарии «Шаг в 21 век»**



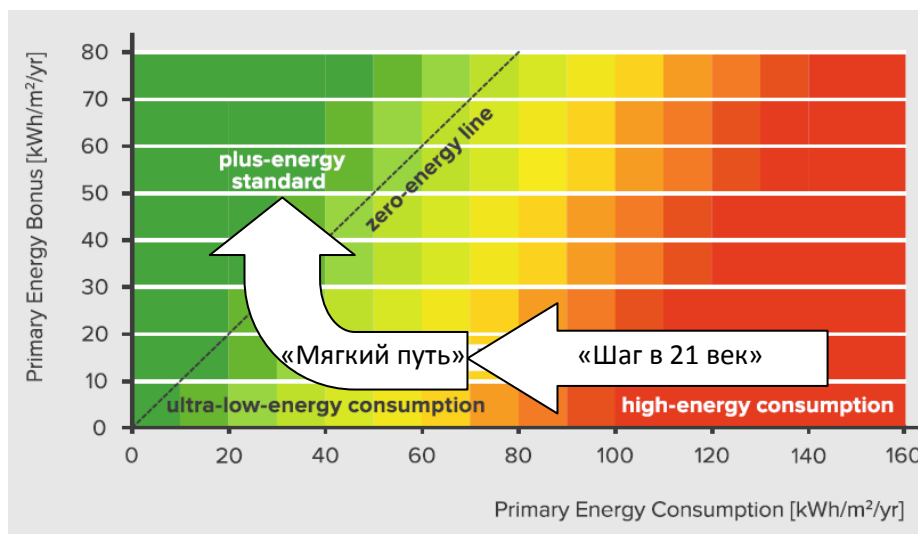
Источник: ЦЭНЭФ

Для практической реализации сценария «Шаг в 21 век» необходимо начать реализацию многих мер политики по стимулированию повышения энергоэффективности в зданиях, в том числе: существенное повышение требований СНиП к удельному расходу теплоты на отопление и вентиляцию новых зданий с постепенным выведением их на уровень параметров пассивного здания; повышение доли ежегодно ремонтируемых по комплексным энергоэффективным проектам МКД до 2% с введением требования снижения удельных расходов энергии на отопление и вентиляцию по итогам капремонта сначала на 30%, а затем на 50% и с введением системы бюджетной поддержки реализации проектов КР, включающих набор мер по повышению энергоэффективности.

## 8. Сценарий «Мягкий путь»

В сценарии «Мягкий путь» заложены допущения о реализации более широкого пакета мер политики по повышению энергоэффективности зданий за счет стимулирования строительства «пассивных» зданий и более динамичного развития энергоэффективного домостроения. В данном сценарии предполагается, что с 2021 г. будет запущена программа стимулирования строительства зданий с низким потреблением энергии ( $50 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$  на цели отопления и охлаждения) и «пассивных» зданий ( $15 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ ). Предполагается, что за счет этих мер доля новых жилых домов с низким потреблением энергии и «пассивных» зданий будет ежегодно увеличиваться на 1%, и каждая из них достигнет 30% в 2050 г. Сценарий реализует вторую часть тренда перехода к зданиям с нулевым потреблением энергии и к зданиям, вырабатывающим энергию (рис. 1.3).

**Рисунок 1.3** Стратегическое направление по трансформации нынешних зданий в здания с низким или нулевым потреблением энергии



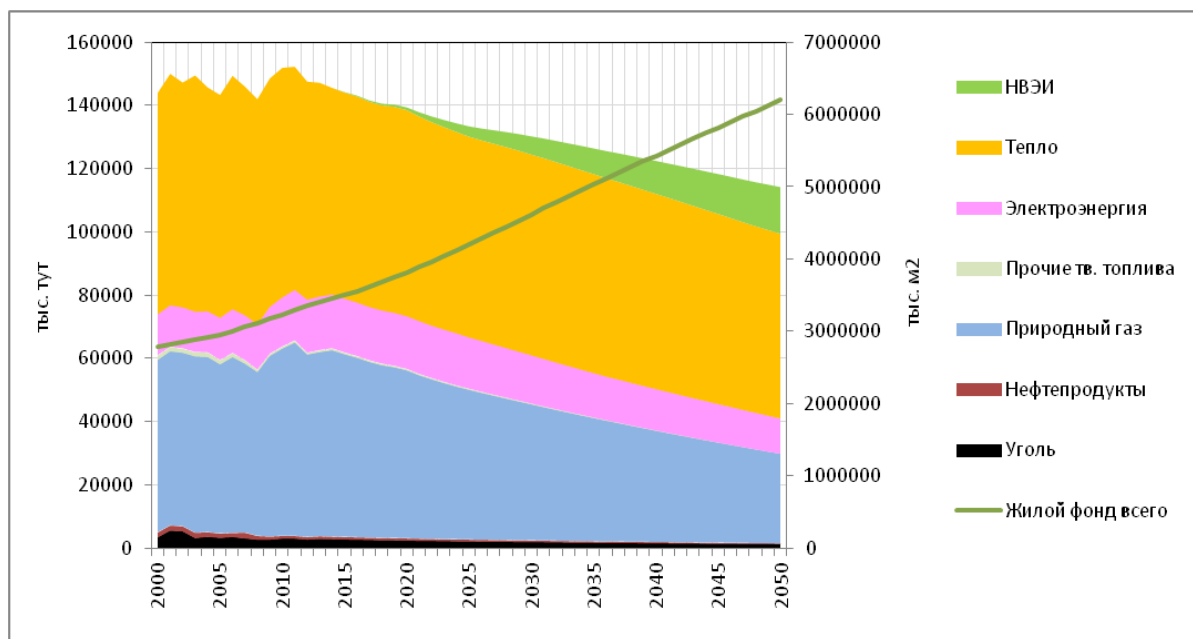
Источник: P. Henicke. Wrap up policy packages – how to make energy efficiency policies work? Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. 14th CTI Workshop. 26 September. Berlin 2013.

**В сценарии «Мягкий путь» заложены допущения об активном стимулировании применения возобновляемых источников энергии.** Принято допущение, что все здания с низким потреблением энергии и все «пассивные» здания будут оснащены системами отопления на тепловых насосах. Кроме того, часть новых зданий также будет оснащена такими системами отопления. Всего доля жилого фонда, оснащенного тепловыми насосами, вырастет до 5% в 2030 г. и до 15% в 2050 г. К 2050 г. используется половина имеющегося потенциала по применению этой технологии. Предполагается постепенное доведение доли жилых зданий, оборудованных солнечными водоподогревателями, до 8% в 2030 г. и до 18% в 2050 г. То есть будут реализованы три четверти потенциала использования этой технологии к 2050 г. В настоящее время фотоэлектрические панели в России практически не используются (за исключением штучных пилотных объектов). Предполагается, что по мере удешевления солнечных модулей они станут экономически привлекательным вариантом электроснабжения жилых зданий. Принято допущение, что к 2030 г. 1% односемейных жилых зданий будут оснащены фотоэлектрическими панелями, в 2040 г. – 3%, а к 2050 г. – 5%.

**Основное отличие сценария «Мягкий путь» – в росте вклада децентрализованных НВИЭ в энергобаланс зданий.** За счет мероприятий сценария «Мягкий путь» дополнительно к сценарию «Шаг в 21 век» потребление энергии снижается сравнительно мало, поскольку в сценарии «Шаг в 21 век» уже вводятся довольно жесткие требования к эффективности отопления и охлаждения зданий.

**К 2050 г. за счет НВИЭ покрывается без малого 13% всего энергопотребления** (рис. 1.4). Более чем в 2 раза снижается прямое потребление природного газа и органического топлива в целом на нужды энергоснабжения жилых зданий. Потребление электроэнергии растет только на 5%. Однако за счет децентрализованного ее производства потребность в электроэнергии от сетей общего пользования снижается на 28%. Почти вдвое снижается потребление централизованного тепла.

**Рисунок 1.4** **Динамика и структура потребления энергоресурсов в жилищном секторе в сценарии «Мягкий путь»**



Источник: ЦЭНЭФ

Для практической реализации сценария «Мягкий путь» необходимо начать реализацию многих мер политики по стимулированию развития возобновляемых источников энергии, включая стимулирование применения тепловых насосов, солнечных водоподогревателей и фотоэлектрических панелей.

## 9. Затраты и социально-экономические выгоды

В 2014-2050 гг. дополнительные затраты по сценарию «Шаг в 21 век» равны 199 млрд долл.<sup>2</sup> в ценах 2013 г., а по сценарию «Мягкий путь» – еще 88 млрд долл. в ценах 2013 г., или в сумме 287 млрд долл. в ценах 2013 г. Базовые расходы на строительство, капитальный ремонт жилых зданий и приобретение бытовой техники в 2014-2050 гг. равны 5900 млрд долл. в ценах 2013 г. Таким образом, дополнительные расходы на реализацию сценариев «Шаг в 21 век» и «Мягкий путь» равны только 4,2% от базовой стоимости. Доля этих приростных расходов увеличивается с 0,5% в 2015 г. до 7,2% в 2050 г. (рис. 1.5).

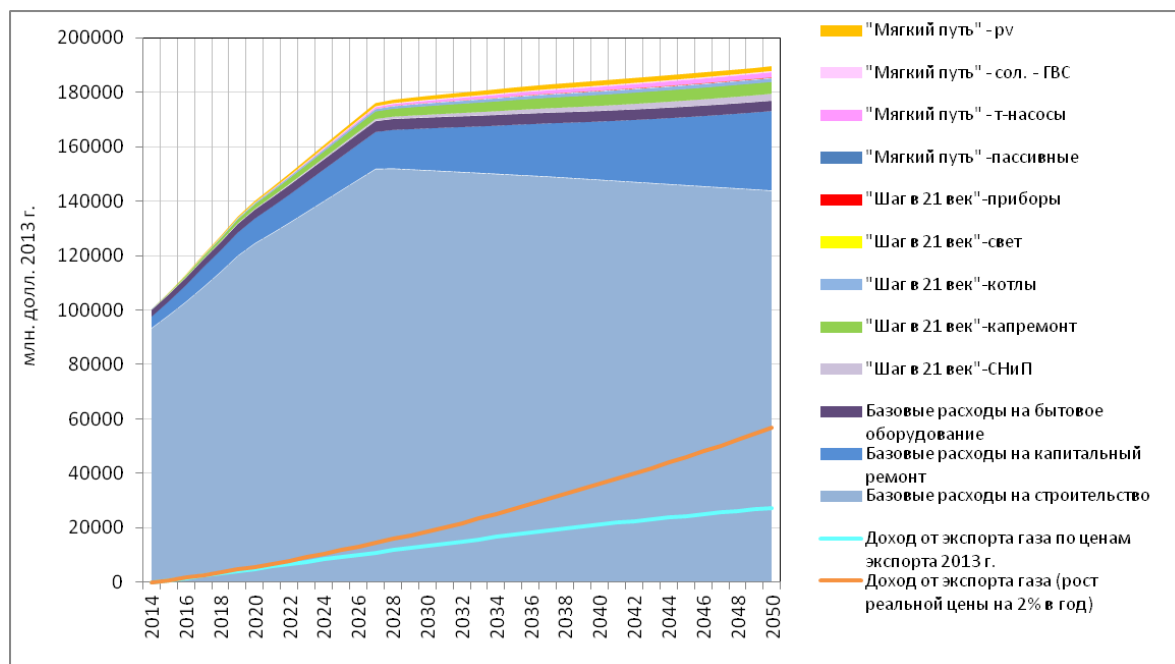
**Экономический эффект от высвобождаемого на экспорт природного газа** (за счет мер в жилых зданиях с учетом косвенных эффектов от снижения сжигания топлива на электростанциях и котельных) **существенно (почти в 2 раза) превышает эти приростные затраты и составляет в 2014-2050 гг. 537 млрд долл. в ценах 2013 г.** или 895 млрд долл. при условии, что экспортные цены на газ будут расти на 2% быстрее инфляции.

**Высвобождение природного газа за счет мер по его экономии на единицу вложений дает в 3-5 раз больший эффект, чем наращивание его производства.** Получение дополнительных объемов газа за счет повышения энергоэффективности зданий и его замещения с помощью децентрализованных НВИЭ позволяет обеспечить экономический

<sup>2</sup> Здесь и далее цифры приведены в долл. США.

рост при меньшей капиталоемкости, а значит, при заданной норме накопления позволяет иметь более высокие темпы экономического роста. Стимулирование строительства энергоэффективных жилых зданий позволяет превратить его в важный внутренний двигатель экономического роста. Повышение уровня комфорта и надежности энергоснабжения позволит на 5-10% повысить производительность труда в сфере услуг.

**Рисунок 1.5 Оценка затрат и выгод реализации сценариев «Шаг в 21 век» и «Мягкий путь» в жилых зданиях**



Источник: ЦЭНЭФ

Реализация проектов, включенных в сценарии «Шаг в 21 век» и «Мягкий путь», приведет к небольшому росту доли расходов на приобретение жилищной недвижимости и на ее оснащение бытовыми приборами при снижении на треть доли расходов населения на энергоснабжение их жилищ. Как показывает опыт строительства «пассивных» зданий, дополнительные затраты не превышают 10-30% от стоимости обычного здания, но позволяют снизить потребление энергии на 70-80%. Реализация предложенных мер позволит удерживать нагрузку по оплате в пределах порогов платежной способности бытовых потребителей. Помощь государства малоимущему населению в получении или приобретении жилья с низким потреблением энергии и зданий типа «энергия плюс» полностью ликвидирует потребность в дотациях на преодоление «энергетической бедности».

Реализация предложенных мер позволит повысить уровень комфорта в жилых помещениях, что будет способствовать укреплению здоровья, снизит уровень выбросов в помещениях и повысит качество воздуха в них, сокращая уровни заболеваемости и смертности. Дополнительные эффекты, связанные с улучшением здоровья за счет повышения теплового комфорта, оцениваются в 8-22% от стоимости экономии энергии. Снижение числа связанных с недостатком комфорта заболеваний приводит к снижению потерь дохода по причине болезни и расходов на лекарства, что особенно важно для малоимущих семей.

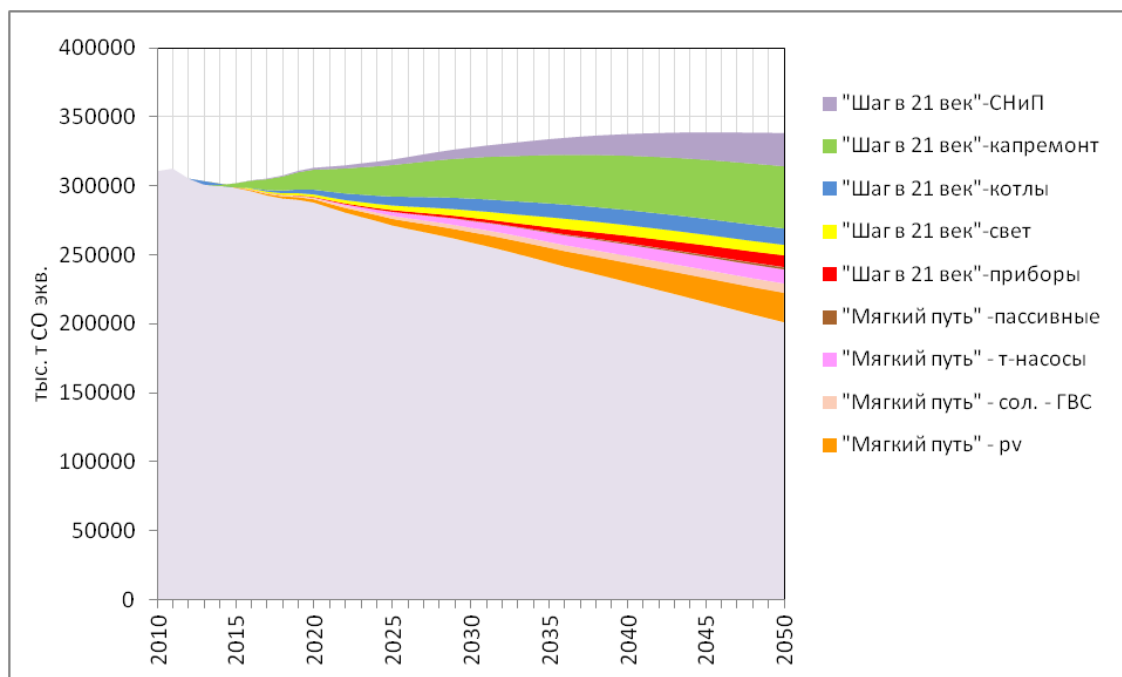
Снижение потребления топлива в секторе зданий более чем в 2 раза при существенном росте площади жилых зданий возможно! С точки зрения развития зданий по низкоуглеродным траекториям, важно оценить снижение потребности в

топливе на нужды энергоснабжения зданий. Потребление угля, газа и нефтепродуктов снижается с 70,4 млн т в 2010 г. в базовом сценарии до 30 млн т в 2050 г. в сценарии «Мягкий путь», или на 57%.

**Всего за 2013-2050 гг. экономия природного газа составляет 1328 млрд м<sup>3</sup>, что практически равно двухлетнему уровню его добычи и 7-летнему объему чистого экспорта природного газа из России.** В период до 2030 г. экономию природного газа обеспечивают, в основном, меры по снижению потребления энергии. После 2030 г. существенно возрастает вклад развития возобновляемых источников энергии.

**В 2011-2050 гг. кумулятивное снижение выбросов трех ПГ равно 2847 млн т CO<sub>2-экв.</sub>, что в 1,5 раза выше выбросов ПГ сектором «энергетика» в 2011 г. Сокращение равно 42% от базового уровня и 35% от уровня 2011 г.** Значительные возможности снижения потребления топлива в секторе жилых зданий, а также электрической и тепловой энергии, производимых на топливных электростанциях и котельных, позволяют получить весомое снижение выбросов парниковых газов (оценка проведена по выбросам CO<sub>2-экв.</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O, рис. 1.6). Снижение выбросов составляет 26 млн т CO<sub>2-экв.</sub> в 2020 г., растет до 71 млн т CO<sub>2-экв.</sub> в 2030 г., до 112 млн т CO<sub>2-экв.</sub> в 2040 г. и до 145 млн т CO<sub>2-экв.</sub> в 2050 г. Последняя цифра равна 7,6% от выбросов ПГ сектором «энергетика» в 2011 г.

**Рисунок 1.6 Снижение выбросов парниковых газов за счет отдельных укрупненных мероприятий в сценариях «Шаг в 21 век» и «Мягкий путь»**



Примечание. Оценено снижение выбросов трех ПГ: CO<sub>2-экв.</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O. Базовый уровень включает выбросы ПГ при выработке электроэнергии и тепловой энергии, используемой в жилищном секторе. Этот объем выбросов оценивается на основе средних коэффициентов удельных выбросов по всем группам источников за 2011.

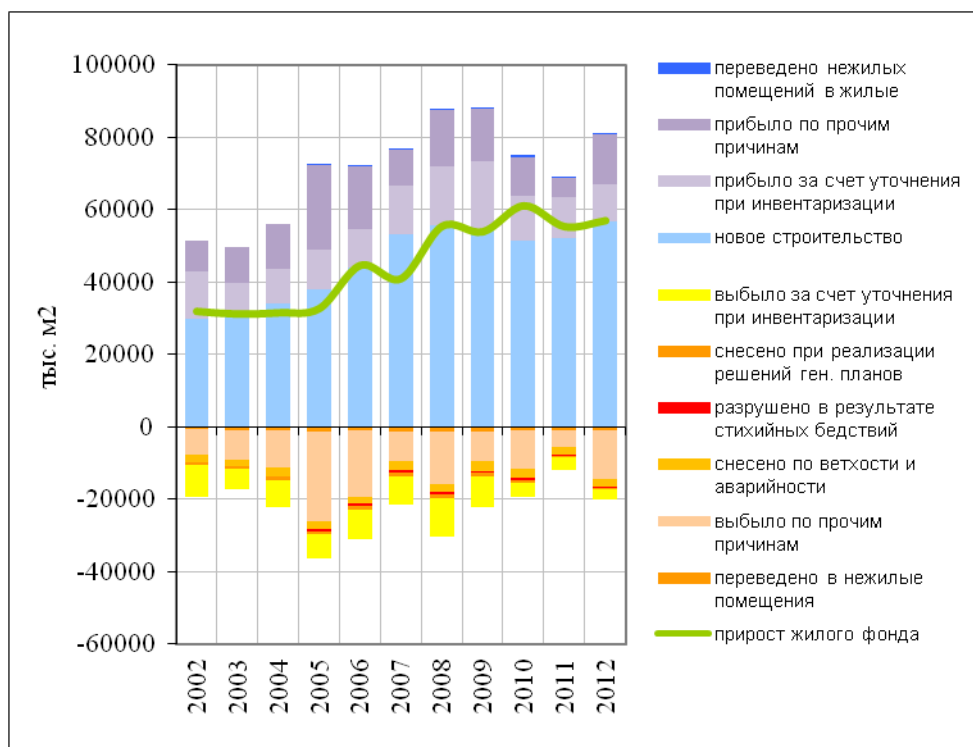
Источник: ЦЭНЭФ

## 2. Анализ текущего состояния и тенденций развития жилищного фонда Российской Федерации

### 2.1. Динамика и структура жилищного фонда Российской Федерации

Жилищный фонд Российской Федерации на конец 2013 г. превысил 3400 млн м<sup>2</sup>. Согласно данным Росстата на конец 2012 г., жилищный фонд составил 19971 тыс. зданий общей площадью (общая площадь жилых помещений) 3349 млн м<sup>2</sup>, в том числе в городских поселениях 2425 млн м<sup>2</sup> (72,4%), а в сельской местности – 923 млн м<sup>2</sup> (27,6%)<sup>3</sup>. Жилищный фонд состоял из 3194 тыс. многоквартирных жилых зданий (МКД) общей площадью 2242 млн м<sup>2</sup> (67%) и 16766 тыс. индивидуальных жилых зданий (ИОЗ) общей площадью 1058 млн м<sup>2</sup> (31,6%), а также общежитий общей площадью 40 млн м<sup>2</sup>. В 2000-2012 гг. жилищный фонд вырос на 20%. Его динамика определялась вводом и выбытием жилой площади за счет разных факторов, среди которых доминировало новое строительство (рис. 2.1). В 2008-2012 гг. прирост жилищного фонда стабилизировался, варьируя в диапазоне 54-61 млн м<sup>2</sup>, или примерно 0,4 м<sup>2</sup>/чел. в год.

**Рисунок 2.1 Факторы, определявшие динамику жилищного фонда**



Источник: Данные Росстата. Форма «1-жилфонд»

<sup>3</sup> Показатели, характеризующие жилищные условия населения, формируются на основе форм федерального статистического наблюдения: № 1-жилфонд «Сведения о жилищном фонде», № 4-жилфонд «Сведения о предоставлении гражданам жилых помещений», № 1-КР «Сведения о капитальном ремонте жилищного фонда».



В общей площади жилищного фонда не учитываются дачи и летние садовые домики. Она не включает также нежилую площадь жилых зданий. Площадь жилых помещений в среднем жилом здании составляет около 75% общей площади жилого дома. Остальное приходится на места общего пользования и на нежилые помещения. Другими словами, вся площадь жилых зданий составляет 4465 млн м<sup>2</sup>, что примерно на треть больше площади жилищного фонда. Если к этому добавить дачи и летние садовые домики, то получится более 5 млрд м<sup>2</sup>. Поэтому прирост площади жилого фонда за счет нового строительства определяется не показателем ввода в действие зданий жилого назначения (82 млн м<sup>2</sup> в 2012 г.) и не показателем ввода в действие жилых домов в Российской Федерации (65,7 млн м<sup>2</sup> в 2009 г.), а показателем из баланса движения жилищного фонда – прирост жилищного фонда за счет нового строительства.

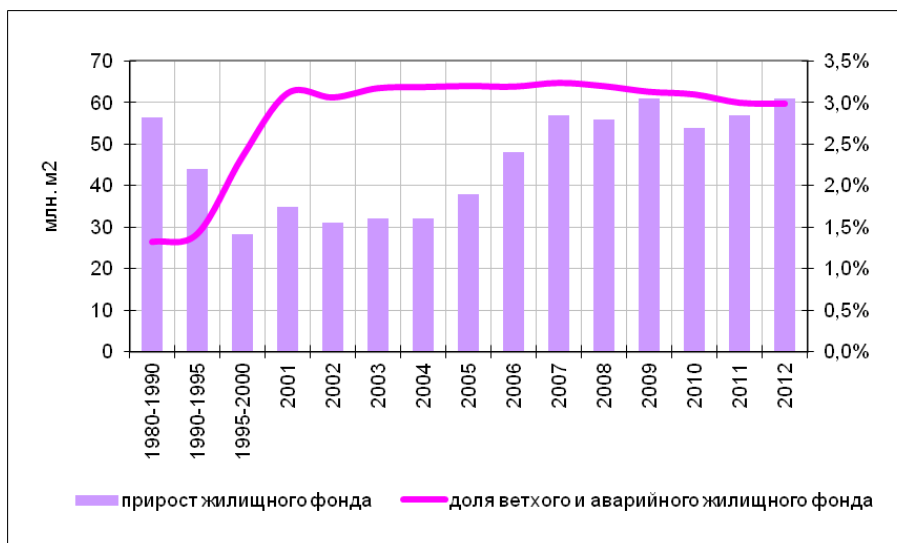
В 2000-2012 гг. в сельской местности жилищный фонд рос так же (+20%), как и в городской (+20%), а в части индивидуального фонда быстрее (+31%), чем в части многоквартирного (+16%). Средняя обеспеченность жилой площадью в 2012 г. достигла 23,4 м<sup>2</sup>/чел., в т.ч. 22,9 м<sup>2</sup>/чел. в городских поселениях и 24,8 м<sup>2</sup>/чел. в сельской местности. По отношению к 2000 г. она выросла на 24% не только за счет ввода нового жилья, но и за счет сокращения численности населения. Средний размер общей жилой площади в многоквартирном жилом доме (МКД) составил около 717 м<sup>2</sup>, а в индивидуально определенном здании – 63 м<sup>2</sup>. Согласно данным статистики по жилому фонду, средний многоквартирный дом в России – это жилой дом на 14-16 квартир.

Помимо нового строительства, площадь прирастает за счет перевода нежилых помещений в жилые, уточнения при инвентаризации и по прочим причинам. Только в первом случае площадь зданий физически увеличивается. Убывает жилая площадь за счет сноса по ветхости и аварийности, разрушений в результате стихийных бедствий, сноса при реализации решений генеральных планов и прочей градостроительной документации, перевода жилых помещений в нежилые, выбытия по прочим причинам, а также за счет уточнения при инвентаризации. Только в трех первых случаях здания физически перестают существовать. Сальдо баланса прироста жилой площади за счет перевода нежилых помещений в жилые и инвентаризации составляет ежегодно 0,1-0,4%. То есть динамика жилого фонда все же определяется реальными процессами ввода и сноса жилья (рис. 2.2).

В 90-е годы объемы прироста площади жилищного фонда резко замедлились и оставались на низком уровне вплоть до 2005 г. Затем они начали расти, в 2007 г. вышли на средний уровень 80-х годов и на нем остались (рис. 2.2). Темпы прироста площади жилищного фонда в 2008-2012 гг. составили 1,6-1,8% в год. Это ограничивает влияние повышения требований к энергоэффективности новых зданий. Даже если новые здания будут на 50% более эффективными, то в годовом исчислении удельный расход во всем жилом фонде будет снижаться не более чем на 0,8% в год, и за 37 лет до 2050 г. при прочих равных условиях снижение удельного расхода не превысит 25%.

Динамика вводов сказалась на распределении жилых зданий по срокам службы с провалом в распределении в 1995-1999 гг. (рис. 2.3). Доля площади индивидуально-определенных зданий со сроком службы свыше 25 лет в 2012 г. составила 63%, многоквартирных жилых домов – 67%, а по всему жилищному фонду – 60%. Доля зданий, построенных до 1995 г., в 43 регионах России превышает 90%. Во многих из них доминируют жилые дома, построенные до 1970 г.

**Рисунок 2.2** Годовые приросты площади жилищного фонда и динамика доли ветхого и аварийного жилья



Источник: Данные Росстата

Замедление строительства жилых зданий, естественно, привело к старению жилого фонда, а его недоремонт – к росту доли ветхого и аварийного жилья и удержанию ее на протяжении почти 10 лет на уровне 3-3,1%, несмотря на все усилия по ее сокращению. Средний возраст российского здания можно определить равным 46 годам (при расчете по жилищной площади – 37 лет). Это близко к показателям для США и Германии (44 года), существенно выше, чем в Японии (30 лет), но значительно ниже, чем в Великобритании (около 60 лет)<sup>4</sup>. Процент износа свыше 66% в 2012 г. имели 8% индивидуально-определенных зданий и 9% многоквартирных жилых домов, или около 4% площади всех жилых зданий.

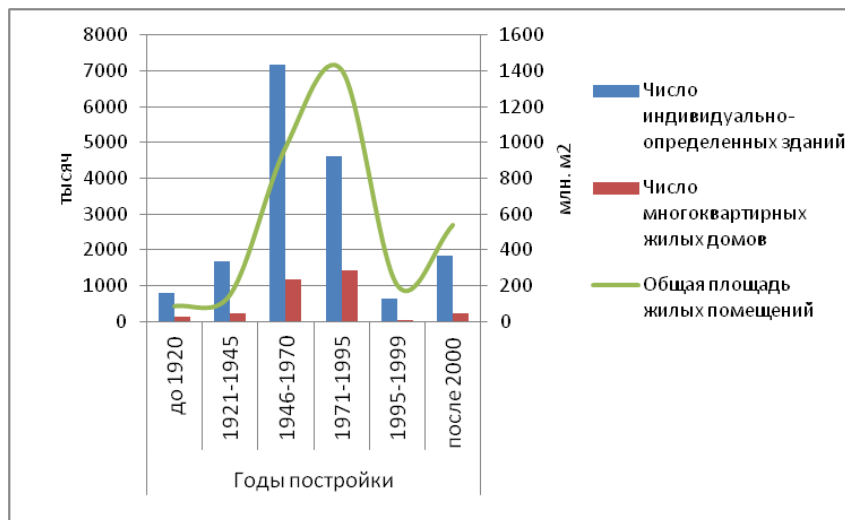
Площадь ветхого жилого фонда в 2012 г. снизилась с пика в 83 млн м<sup>2</sup> в 2004 г. до 77,7 млн м<sup>2</sup>. Рост же площади аварийного жилого фонда остановить не удалось, и она в 2012 г. составила 22 млн м<sup>2</sup>. Доля ветхих и аварийных индивидуально-определенных зданий в 2009 г. была равна 4%, а многоквартирных домов – 2,4%. В 2012 г. в Российской Федерации снесено 2 млн м<sup>2</sup> ветхого и аварийного жилищного фонда (2% от общей площади ветхого и аварийного жилищного фонда).

В частной собственности в России находится более 87% жилищного фонда, из которого 83% перешло в частную собственность граждан в результате приватизации. На долю индивидуально-определенных зданий приходилось в 2009 г. 32% жилой площади. В основном (на 97%) они находятся в частной собственности. На долю частных квартир в многоквартирных домах приходится 77%. Доля частного жилого фонда в целом и доля частного жилого фонда в многоквартирных домах в особенности существенно выше, чем во многих развитых странах, что создает наибольшие препятствия на пути согласования многочисленными домохозяйствами решений по проведению капитальных ремонтов и реализации проектов по повышению энергоэффективности. В начале 2000-х годов в Германии в частной собственности находилось 43% жилья, в Японии – 60%, во Франции – 56%. При этом в частной собственности во Франции находилось 80% отдельно определенных зданий и только 25% квартир в многоквартирных домах. В этих домах 37% квартир приходилось на социальное жилье. Только примерно 20% домохозяйств во

<sup>4</sup> Promoting energy efficiency investments. Case studies in the residential sector. OECD/IEA. Paris. 2008.

Франции проживают в домах с совместной формой собственности, что в 4 раза меньше, чем в России<sup>5</sup>.

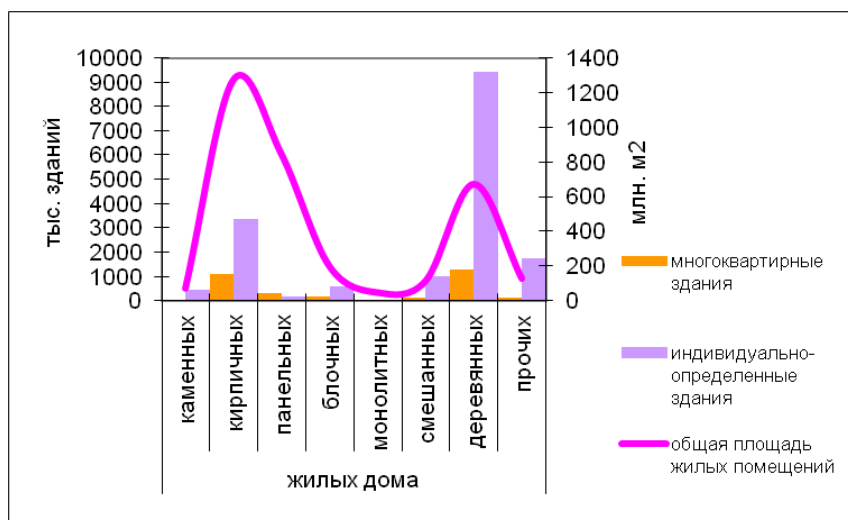
**Рисунок 2.3** Распределение зданий и жилой площади в 2012 г. по годам постройки



Источник: Данные Росстата и расчеты ЦЭНЭФ

При расчете по числу зданий в составе жилищного фонда доминируют деревянные индивидуально-определенные здания (рис. 2.4), на их долю приходится 56% всех жилых зданий. В сумме с многоквартирными домами на деревянные здания приходится 54%, однако, они занимают только 20% жилой площади. При оценке по площади доминируют каменные и кирпичные дома, на которые приходится 40% общей площади жилищного фонда. На панельные и блочные дома приходится 25,2% и 5,9% жилой площади соответственно. Доля каменных, кирпичных, блочных и монолитных домов устойчиво растет, а деревянных и панельных снижается, в т.ч. за счет сноса.

**Рисунок 2.4** Распределение зданий по материалам стен в 2012 г.



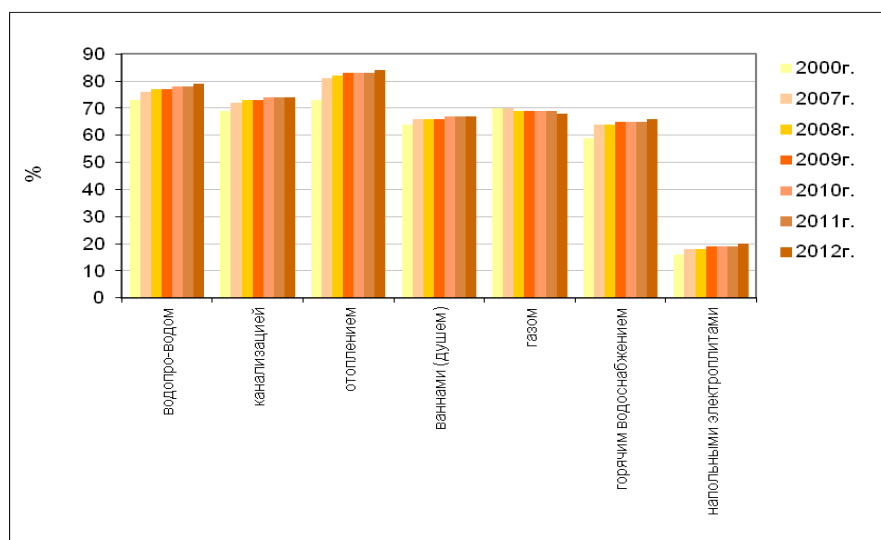
Источник: Данные Росстата. Форма «1-жилфонд»

<sup>5</sup> Там же.

## 2.2. Динамика благоустройства жилищного фонда Российской Федерации

В среднем по России доля комплексно благоустроенного жилья (оборудованного одновременно водопроводом, водоотведением (канализацией), отоплением, горячим водоснабжением, газом или напольными электроплитами) составляет 63%. В 2000-2012 гг. она увеличилась на 13,5 процентных пунктов. В 2012 г. водопроводом было охвачено 79% городского жилого фонда, канализацией – 74%, отоплением – 84%, горячим водоснабжением (ГВС) – 65%, сетевым газом – 68%, напольными электроплитами – 20% (рис. 2.5).

**Рисунок 2.5** Динамика уровня благоустройства жилищного фонда



Источник: Данные Росстата. Жилищное хозяйство в России – 2013 г.

Наименьший уровень благоустройства – в жилых домах, построенных до 1920 г. Из них только 1-2% охвачены ГВС. Для зданий, построенных в 1921-1945 гг., эта доля повышается до 45%, а для построенных в 1946-1970 гг. – примерно до 67%.

## 2.3. Динамика потребности в капитальном ремонте и капитального ремонта жилищного фонда

Проблема изношенности жилищного фонда должна решаться путем его капитального ремонта и реконструкции. Основным источником данных о капитальном ремонте жилищного фонда в России является статистическая форма № 1-кр «Сведения о капитальном ремонте жилищного фонда». По ней отчитываются юридические лица – управляющие компании. Она отражает преимущественно объемы и затраты на капитальный ремонт в многоквартирных домах. Только около 5% объемов ремонтов приходится на индивидуально-определенные здания.

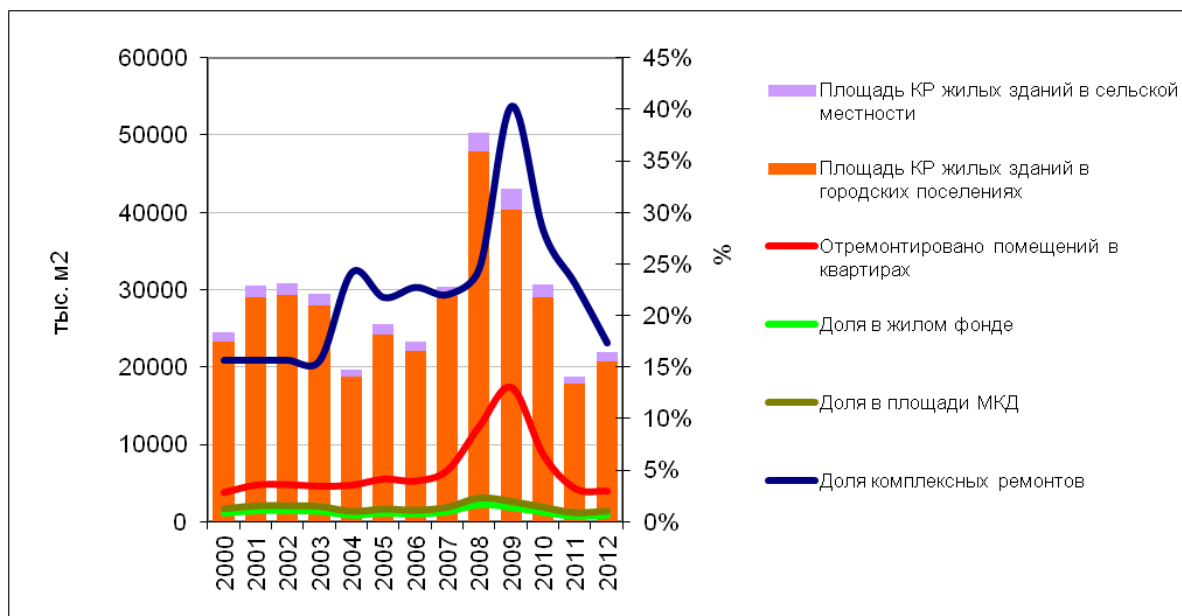
Существуют разные определения капитального ремонта жилого дома. В целом, под этим термином понимается проведение комплекса ремонтно-строительных работ по устранению неисправностей изношенных конструктивных элементов, их восстановлению или замене в целях восстановления потребительских свойств здания с целесообразным

улучшением его эксплуатационных характеристик, направленным на обеспечение его надежности и комфортности проживания.

Капитальные ремонты делятся на комплексные и выборочные. Комплексный капитальный ремонт охватывает здание и сооружение в целом, износившиеся конструкции заменяют новыми, более современными. Одновременно может проводиться внутренняя перепланировка здания с целью повышения уровня благоустройства.

Выборочный капитальный ремонт состоит из ремонта или замены отдельных конструкций здания или отдельного вида инженерного оборудования, а также проведения других видов работ, которые нельзя откладывать до комплексного капитального ремонта. К сожалению, российская статистика не дает разделения капитальных ремонтов на комплексные и выборочные. Косвенно о доле комплексных ремонтов можно судить по отношению показателя «общая площадь капитально отремонтированных помещений в квартирах» к показателю «общая площадь капитально отремонтированных жилых домов». Эта доля выросла до 40% в 2009 г. (рис. 2.6). В отчете государственной корпорации «Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» (ФСРЖКХ) за 2010 г. отмечается, что доля комплексных ремонтов в проектах ФСРЖКХ в 2010 г. составила 13%<sup>6</sup>. Поскольку средняя стоимость проекта капитального ремонта жилого дома в 2009 г. по программе ФСРЖКХ составила только 800 руб./м<sup>2</sup>, а в целом по России по всем программам – 3340 руб./м<sup>2</sup>, очевидно, что доля комплексных капитальных ремонтов по России в целом выше, чем в проектах ФСРЖКХ, и цифру 40% для 2009 г. можно считать достаточно надежной. Однако к 2012 г. эта доля упала до недопустимо низкого уровня – 17%, характерного для начала века.

**Рисунок 2.6**      **Динамика общей площади капитально отремонтированных жилых домов в 2000-2009 гг.**



Источник: Оценено ЦЭНЭФ по данным Росстата

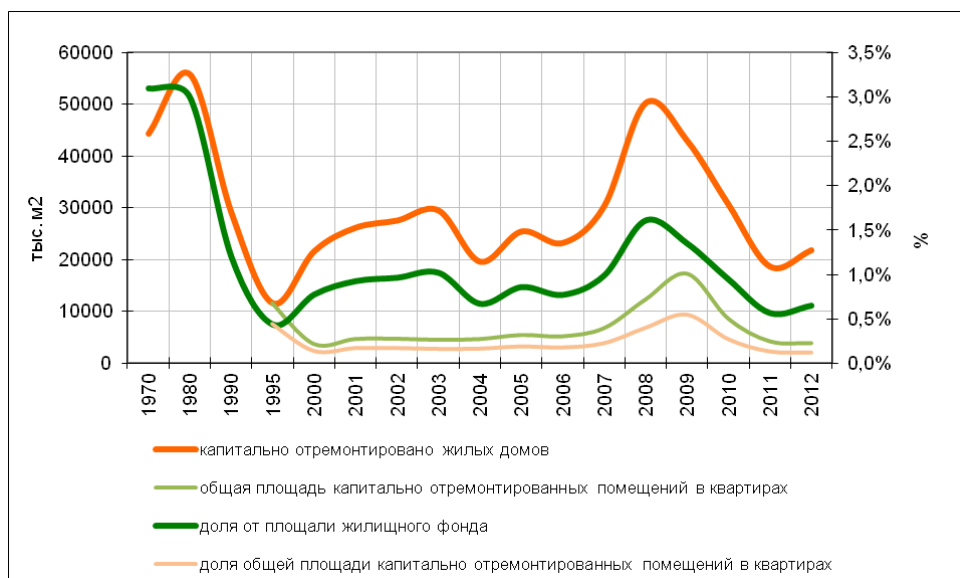
**Общий срок службы зданий и сооружений** определяется долговечностью основных несущих конструкций: фундаментов, стен, перекрытий. По капитальности жилые здания подразделяют на шесть групп со средними сроками службы от 15 до 150 лет. Сроки

<sup>6</sup> Годовой отчет государственной корпорации «Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» за 2010 год. ФСРЖКХ. 2011.

службы конструктивных элементов жилых зданий существенно различаются. Так, минимальная продолжительность эксплуатации элементов жилого дома до постановки на капитальный ремонт составляет: для фундаментов, стен, перекрытий, каркасов, лестниц, крылец – от 30 до 80 лет; для внутренней отделки – от 3 до 30 лет; для крыш и покрытий крыш (кровля), входных дверей – от 10 до 30 лет<sup>7</sup>. Минимальная продолжительность эффективной эксплуатации зданий в зависимости от материалов основных конструкций и условий эксплуатации до постановки на капитальный ремонт составляет от 10 до 25 лет, а до постановки на текущий ремонт – от 2 до 5 лет.

В статистике приводятся два показателя капитального ремонта: «общая площадь капитально отремонтированных жилых домов» и «общая площадь капитально отремонтированных помещений в квартирах». Последний показатель в отдельных статистических публикациях называется «капитально отремонтировано общей площади жилых домов», что приводит к путанице. Этот показатель в 70-х и 80-х годах прошлого века составлял около 3% всего жилого фонда (рис. 2.7). В 90-х годах объемы капитального ремонта жилого фонда резко упали. Их рост начался после создания в 2007 г. ФСРЖКХ. В 2008 г. доля капитального ремонта выросла до 1,6% от всего жилого фонда и до 2,2% от площади МКД. Однако к 2012 г. доля капитального ремонта жилищного фонда вновь пошла на спад и снизилась до 0,7%. Что касается комплексных капитальных ремонтов, то их доля вышла на пик в 2009 г. (0,8% от фонда зданий) и упала к 2012 г. до 0,17%. В 2011-2012 гг. наблюдался очередной кризис в сфере капитального ремонта – доли жилых домов, в которых он был проведен, оказались ниже даже очень низких значений середины 90-х годов и начала века, а доля комплексных капитальных ремонтов упала до 0,17-0,19%. Если в 70-х и 80-х годах прошлого века жилые здания в среднем капитально ремонтировались раз в 30 лет, то в начале 10-х – реже, чем раз в 100 лет.

**Рисунок 2.7** Динамика общей площади капитально отремонтированных помещений в квартирах в 1970-2012 гг.



Источник: Данные Росстата

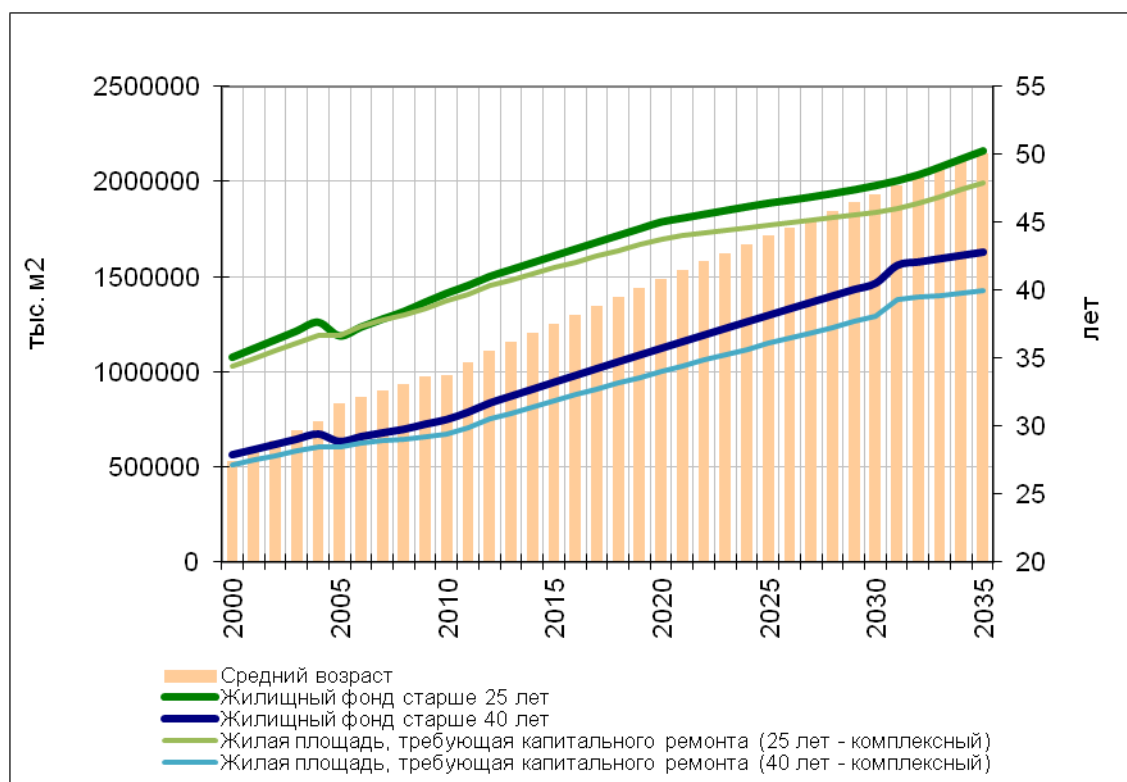
По данным Росстата (форма № 1-КР «Сведения о капитальном ремонте жилищного фонда»), на начало 2009 г. в капитальном ремонте нуждалось около 283,2 тыс. многоквартирных жилых домов (9% от их общего числа). Потребность в капитальном ремонте определяется ТСЖ и УК. Ее можно определять по-разному: по минимуму (исходя

<sup>7</sup> Ведомственные строительные нормы ВСН 58-88 (р) (приказ Госкомархитектуры от 23.11.1988 № 312.

из среднего срока службы многоквартирного здания 40 лет) или по максимуму (исходя из среднего срока службы многоквартирного здания 25 лет). Как показали расчеты ЦЭНЭФ на модели капитального ремонта жилых домов России (RUS-REN), которая учитывает динамику жилого фонда, эволюцию его возрастной структуры и ранее проведенные капитальные ремонты, потребность в капитальном ремонте МКД практически определяется исходя из среднего срока службы многоквартирного здания до капитального ремонта, равного 40 годам, и в основном по параметрам выборочного капитального ремонта.

Объемы жилого фонда со сроками эксплуатации свыше 25 и 40 лет будут систематически расти, а средний срок эксплуатации жилого здания увеличится до 50 лет к 2035 г. (рис. 2.8). Динамика зданий, нуждающихся в капитальном ремонте, будет зависеть от динамики и характера капитальных ремонтов в 2011-2035 гг. При сохранении доли капитального ремонта 1% в год площадь МКД, требующая капитального ремонта, следует за площадью жилого фонда со сроками эксплуатации свыше 40 лет и более чем удваивается, достигая 71%, при сроке проведения ремонта раз в 25 лет и 51% при сроке проведения капремонта раз в 40 лет. При ежегодном капитальном ремонте 2% площади МКД по комплексным проектам удается удерживать объем жилой площади, требующей капитального ремонта, на уровне, близком к 2009 г., а при меньшей доле он будет расти.

**Рисунок 2.8** Динамика площади МКД, требующей капитального ремонта, и среднего возраста МКД при сохранении ежегодной доли ремонтируемых зданий 1% в 2013-2035 гг.



Динамика площади, требующей капитального ремонта, оценена в расчете, что ежегодно по комплексным проектам капитально ремонтируется 2% площади МКД.

Источник: Оценка ЦЭНЭФ

При среднем сроке эксплуатации до капитального ремонта 25 лет в комплексном капитальном ремонте нуждается 1450 млн м<sup>2</sup>, или 2340 тыс. МКД, а при среднем сроке службы 40 лет – соответственно 750 млн м<sup>2</sup>, или 1600 тыс. МКД, что в 66 раз и 34 раза больше фактического объема выборочного ремонта в 2012 г. Состав и объем ремонтных работ регламентированы пунктом 3 статьи 15 Федерального закона № 185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» и №417-ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс РФ и в отдельные законодательные акты РФ». В этом федеральном списке нет обязательных мер по повышению энергоэффективности. Их могут внести регионы в своих нормативных актах.

Однако, если комплексно ремонтируется не более 0,2% МКД в год, то даже при условии что по итогам такого ремонта потребление энергии снижается вдвое, удельный расход энергии на 1 м<sup>2</sup> жилой площади будет снижаться только на 0,1% в год. Если допустить, что деградация жилого фонда ведет к снижению его энергоэффективности на 0,2% в год, то получается, что в целом энергоэффективность имеющегося фонда не растет, а снижается. Чтобы нейтрализовать потери энергоэффективности за счет деградации, необходимо капитально отремонтировать не менее 2% жилых зданий в год по энергоэффективным проектам.

## 2.4. Объемы, структура и динамика потребления энергоресурсов в жилищном секторе

Потребление энергии в жилых зданиях России отражается по двум статьям единого топливно-энергетического баланса (ЕТЭБ) России в формате, который был разработан ЦЭНЭФ: «население (жилищный фонд)» в части использования энергии в жилых помещениях и «сфера оказания услуг» в части использования энергии в нежилых помещениях и на общедомовые нужды. Потребление энергии населением в 2012 г. показано в табл. 2.1. Потребление энергии жилыми домами в 2012 г. можно оценить в размере 148 млн тут. На долю нежилых помещений и общедомовых нужд приходится 10-12% от суммарного потребления энергии жилыми домами. То есть суммарное потребление энергии жилыми домами в 2012 г. можно оценить в 165 млн тут.

На основе ЕТЭБ можно определить роль сектора жилых зданий в суммарном потреблении энергии в стране. ЦЭНЭФ сделал такие оценки для жилых зданий, что позволило уточнить их роль в суммарном потреблении энергии (табл. 2.1). С учетом расхода энергии на выработку электроэнергии и тепловой энергии для жилых зданий, а также с учетом собственных нужд и потерь в ТЭК потребление энергии, необходимое по всем звеньям энергетической цепочки для энергоснабжения жилых зданий в 2012 г. составило 227 млн тут, а учетом нежилых помещений – 255 млн тут.

Таким образом, сектор жилых зданий является крупным потребителем энергии, на долю которого приходится:

- 23% потребления первичной энергии;
- 21% потребления конечной энергии<sup>8</sup>;
- 42% конечного потребления тепловой энергии;
- 16% конечного потребления электроэнергии;
- 25% конечного потребления природного газа и почти треть суммарного потребления природного газа.

<sup>8</sup> В ЕС жилые здания потребляют 27% конечной энергии. См. Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.





**Таблица 2.1 Оценка объемов потребления энергии в жилых зданиях и их роли в энергетическом балансе России в 2012 г. (тыс. тут и %)**

	Уголь и торф	Сырая нефть и нефтепродукты	Природный газ	АЭС и ГЭС	НВЭИ и отходы	Электроэнергия	Тепло	Всего
Потребление первичной энергии	146 224	195 895	552 395	87 918	8 436	-1 663	0	989 204
Потребление конечной энергии	44 920	152 700	237 787	0	1 342	106 273	165 511	708 533
<b>Жилищный сектор</b>	<b>2 796</b>	<b>775</b>	<b>58 646</b>	<b>0</b>	<b>497</b>	<b>16 892</b>	<b>68 854</b>	<b>148 460</b>
Жилищный сектор с учетом собственных нужд и потерь в ТЭК на выработку электрической и тепловой энергии	32565	7121	170120	14048	3514			227368
Доля в потреблении первичной энергии	1,9%	0,4%	10,6%	0,0%	5,9%			15,0%
Доля в потреблении первичной энергии с учетом собственных нужд и потерь в ТЭК на выработку электрической и тепловой энергии	22,3%	3,6%	30,8%	16,0%	41,7%			23,0%
Доля в потреблении конечной энергии	6,2%	0,5%	24,7%		37,0%	15,9%	41,6%	21,0%

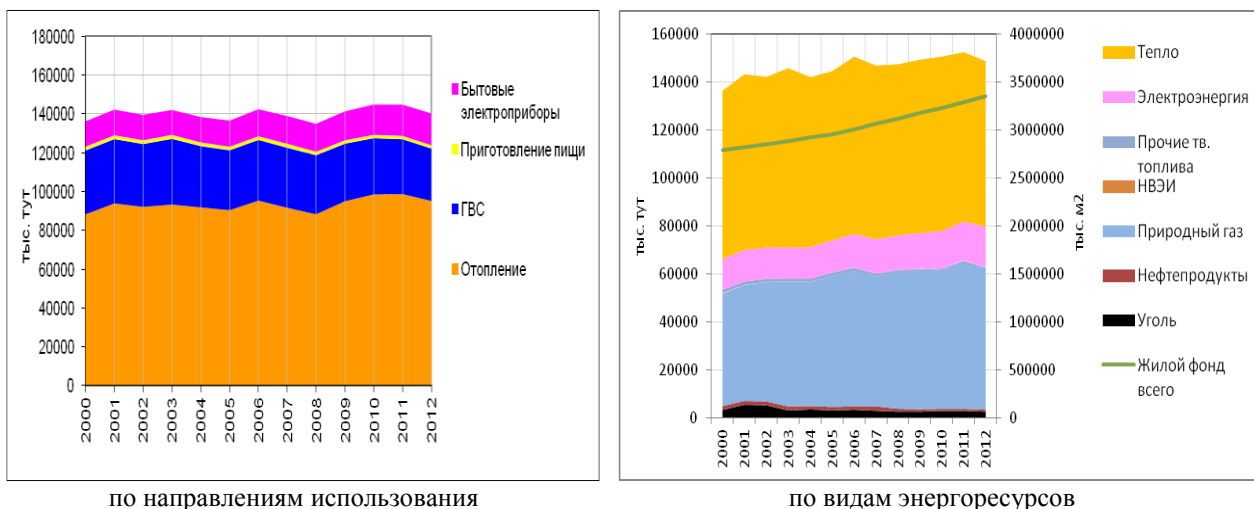
Источник: Оценки ЦЭНЭФ

В 2012 г. 64,6% потребления энергии в жилищном секторе пришлось на цели отопления, еще 18,3% – на ГВС, а на прочие нужды приходится около 17% (рис. 2.9). В Европейском Союзе структура использования энергии населением очень похожа: отопление – 67%, ГВС – 18%, прочие нужды – 15%. Особенность России в том, что в отоплении (54%) и в ГВС (65%) доминирует централизованное теплоснабжение, тогда как в Европе в отоплении на него приходится только 12%<sup>9</sup>. Поэтому в структуре потребления энергии доминирует тепловая энергия (46%), за ней следует природный газ (почти 40%), использование которого растет наиболее динамично (рис. 2.9). В ЕС доля природного газа составляет 39%, а в Голландии (самая высокая доля в ЕС) – 74%. Структуру потребления энергии в многоквартирных жилых домах можно проиллюстрировать на примере выборки из 44 жилых зданий энергоэффективного квартала г. Тюмени (рис. 2.10). В ней доминирует тепловая энергия, на долю которой приходится 85,7%, далее следует электроэнергия (13,7%), природный газ (только 0,5%). На отопление зданий приходится 53,8%, на вентиляцию – 1%, на горячее водоснабжение – 30,6%, на приготовление пищи – 2,3%, на освещение мест общего пользования – 0,8%, остальное – на работу электробытовых приборов у арендаторов и домохозяйств. В индивидуальных домах на долю природного газа приходится 81% всех расходов энергоресурсов на цели отопления.

Оценка ЦЭНЭФ динамики суммарного потребления энергии населением показывает, что существует слабо выраженная тенденция к его росту, прерываемая колебаниями погодных условий (рис. 2.9).

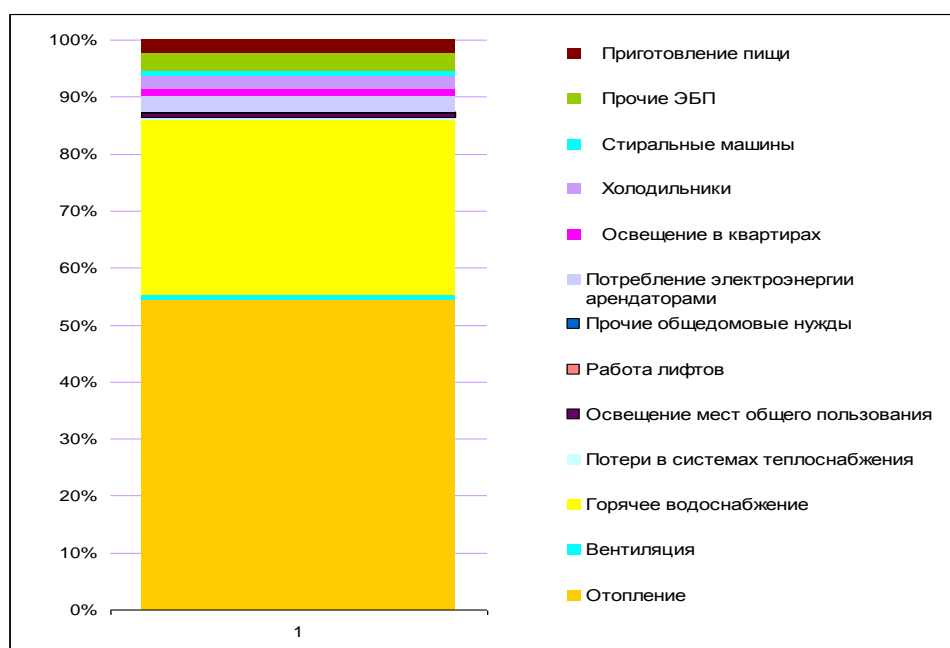
<sup>9</sup> Promoting energy efficiency investments. Case studies in the residential sector. OECD/IEA. Paris. 2008.

**Рисунок 2.9** **Динамика потребления энергии в жилищном секторе в 2000-2012 гг.**



Источник: ЦЭНЭФ

**Рисунок 2.10** **Типовая структура потребления энергии в многоквартирных жилых зданиях (на примере энергоэффективного квартала г. Тюмени в 2009 г.)**



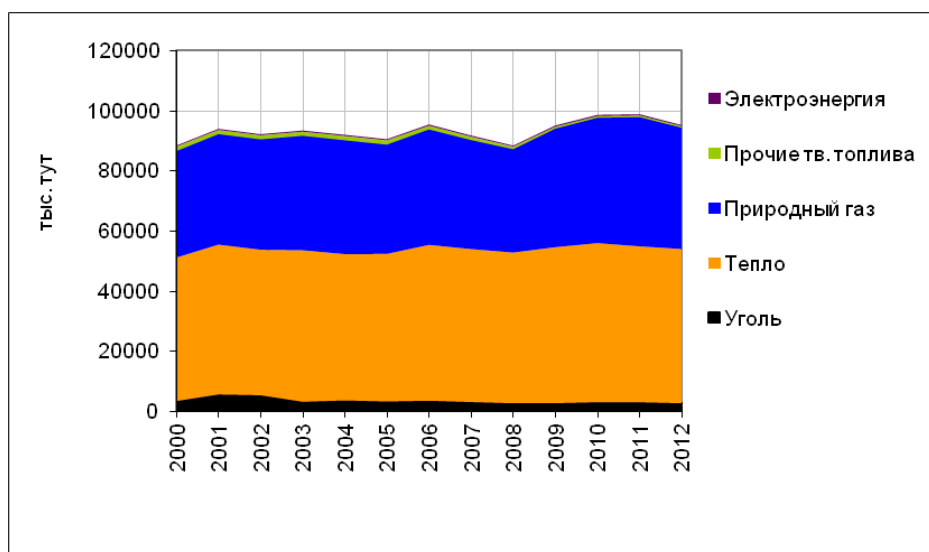
Источник: Оценка ЦЭНЭФ

Данных о потреблении энергии на цели отопления для страны в целом статистика не дает, поэтому их приходится оценивать. На цели отопления приходится почти две трети потребления энергии в жилых зданиях. В топливном балансе отопления доминирует централизованное тепло, и к нему постепенно подбирается природный газ (рис. 2.11).

Около 22% домохозяйств отапливаются от индивидуальных котлов. Ограниченную роль также играют уголь, прочие виды твердого топлива (по данным опросов населения, 13% используют печное отопление) и электроэнергия (почти 19% в той или иной мере используют электроэнергию для компенсации дефицита теплового комфорта). Расход

энергии на цели отопления растет медленнее, чем площадь жилых зданий, и в большой степени подвержен колебаниям погодных условий.

**Рисунок 2.11 Расход энергии на отопление жилых зданий**



Источник: Оценки ЦЭНЭФ

В странах ЕС на цели ГВС приходится в среднем 13% от всего потребления энергии в жилищах с диапазоном от 7 до 27%<sup>10</sup>. В России на эти цели приходится примерно 18%. Централизованным ГВС от систем теплоснабжения обеспечены 52% населения. Остальное население греет воду, используя различные виды водонагревателей (24%) и топлива при отсутствии ГВС (рис. 2.12). По мере снижения численности населения, роста обеспеченности населения приборами учета воды и газа, а также замены сантехники на современную потребление энергии на цели ГВС снижается.

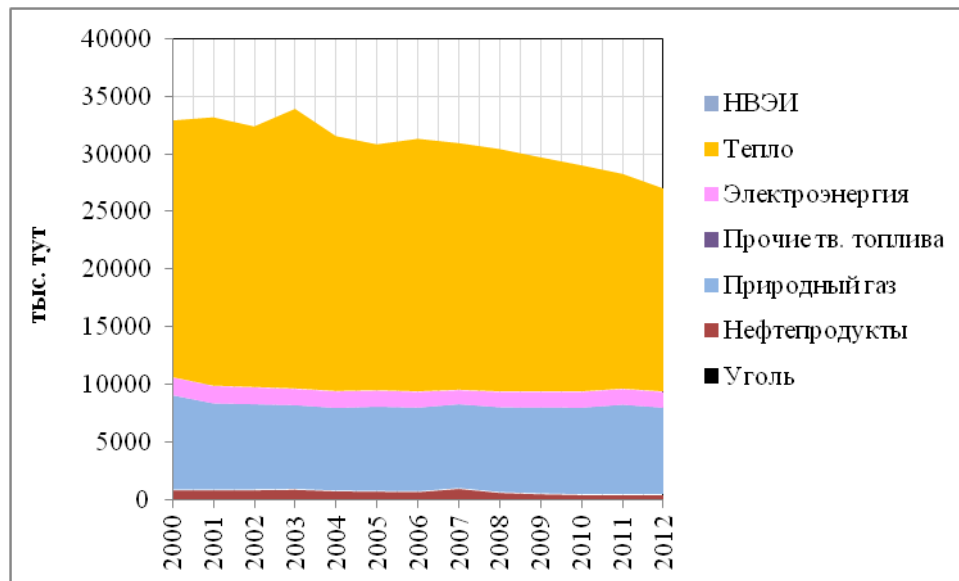
В среднем, в России на цели ГВС на одно домохозяйство приходится 515 кгГДж/год по сравнению со средним для ЕС 230 кгГДж/год (с диапазонами от 65 кгГДж в Болгарии до 430 кгГДж в Эстонии), 342 кгГДж в США, 205 кгГДж в Японии<sup>11</sup>. Более высокие показатели объясняются не столько большей численностью домохозяйств (2,7 человека в России против 2,4 в ЕС), сколько меньшей эффективностью использования горячей воды и водоподогревающего оборудования. В России почти не используются солнечные подогреватели воды. В Греции и на Кипре их доля равна 35-40%, в более северной Австрии – 17%, в еще более северных Германии и Голландии – около 4%<sup>12</sup>.

<sup>10</sup> B. Lapillonne, K. Pollier. Enerdata. Energy efficiency in buildings: main findings. Fourth meeting of the project; Global Energy Assessment. Towards a Sustainable Future. IIASA. Austria. 2012; Monitoring of EU and national energy efficiency targets (ODYSSEE-MURE 2010). Copenhagen, May 31-June 1, 2012; Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.

<sup>11</sup> Global Energy Assessment. Towards a Sustainable Future. IIASA. Austria. 2012.

<sup>12</sup> Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.

**Рисунок 2.12 Потребление энергии на цели ГВС**



Источник: оценки ЦЭНЭФ

На долю пищеприготовления в России расходуется 7,7% всей энергии, потребляемой в жилищном секторе. В странах ЕС на эти цели приходится в среднем 10% от потребления энергии с диапазоном от 3% в Дании до 30% в Румынии<sup>13</sup>. В США на эти цели расходуется 4%<sup>14</sup>.

На долю освещения приходится около 12,6% потребления электроэнергии в жилом секторе (рис. 2.13). В таких развитых странах, как Германия или Франция, эта доля равна 12-15%<sup>15</sup>. В США на освещение приходится 10% всего потребления электроэнергии в жилищном секторе. В Индии в зависимости от сезона – 9-14% потребления электроэнергии<sup>16</sup>. В ЕС потребление электроэнергии на одно домохозяйство на цели освещения заметно различается: от 180 кВт-ч/год в Словакии до 280 кВт-ч/год в Германии, 400 кВт-ч/год во Франции и до 900 кВт-ч/год на Кипре<sup>17</sup>. В России, по оценке ЦЭНЭФ, оно равно 340 кВт-ч/год.

<sup>13</sup> B. Lapillonne, K. Pollier. Enerdata. Energy efficiency in buildings: main findings. Fourth meeting of the project “Monitoring of EU and national energy efficiency targets” (ODYSSEE-MURE 2010). Copenhagen, May 31-June 1, 2012; Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.

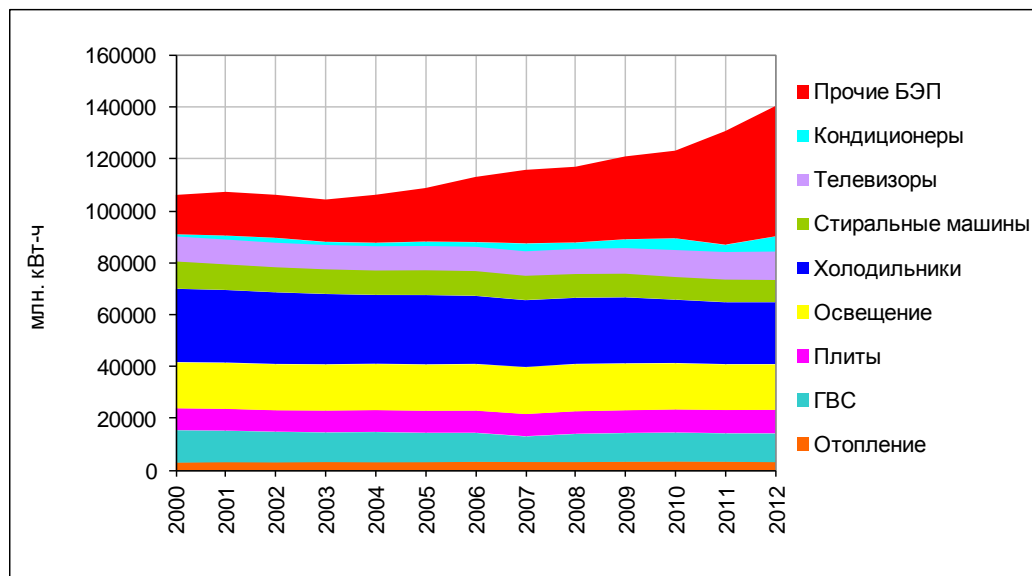
<sup>14</sup> Global Energy Assessment. Towards a Sustainable Future. IIASA. Austria. 2012.

<sup>15</sup> French higher domestic specific electricity consumption compared to Germany: Explanatory Factors Assessment Study carried out by SOWATT and Enerdata. For ADEME. June 2012.

<sup>16</sup> Global Energy Assessment. Towards a Sustainable Future. IIASA. Austria. 2012.

<sup>17</sup> Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.

**Рисунок 2.13 Масштабы и структура потребления электроэнергии в жилищном секторе**



Источник: оценки ЦЭНЭФ

Среднее число ламп на одно домохозяйство в России равно 11, тогда как в упомянутых странах, где площадь среднего жилища в 3-4 раза больше (86-91 м<sup>2</sup>), оно равно 25. В Германии доля КЛЛ равна 26%, а во Франции – 12%. Самая высокая доля в 2009 г. была в Португалии (48%). За ней следовали Дания (30%), Чехия и Венгрия (25%). В Польше на долю КЛЛ пришлось лишь 3%. Данных о доле энергоэффективных ламп (КЛЛ и светодиодов) в России нет. На основе косвенных данных ее можно оценить равной 20% для 2012 г.

Основными крупными электробытовыми приборами, по которым проведен анализ, являются холодильники и морозильники, а также стиральные машины. По оценкам ЦЭНЭФ, на долю холодильников и морозильников приходится 22,5% потребления электроэнергии в быту. Обеспеченность ими на 100 домохозяйств в 2012 г. достигла 125. Средний новый холодильник в Европе потребляет примерно 300 кВт-ч в год. В России эта величина оценена в 314 кВт-ч в год в 2012 г. Средний приведенный объем холодильника, по оценке ЦЭНЭФ, вырос на 100 л за 2000-2013 гг. Этот рост в значительной мере компенсировался снижением среднего по парку удельного расхода на 1 холодильник с 462 до 361 кВт-ч в год за счет постепенного обновления парка. Поэтому потребление электроэнергии холодильниками и морозильниками упало на 16% в 2000-2012 гг. и достигло 23,7 млрд кВт-ч. В развитых странах высока доля приобретаемых холодильников класса «А+» и «А++». В 2010 г. она составила 38% во Франции и 72% в Германии по холодильникам и соответственно 38% и 85% по морозильникам. В целом по ЕС в 2009 г. доля холодильников классов «А», «А+» и «А++» в продажах составляла 93%. Соответствующих данных статистики по России нет. Однако обследование торговых точек, продающих бытовую технику, показало, что основная часть продаваемых холодильников соответствует классу энергоэффективности «А» и выше.

Обеспеченность населения стиральными машинами составила 101 на 100 домохозяйств. Потребление электроэнергии стиральными машинами в 2012 г. можно оценить в 8900 млн кВт-ч. В ЕС доля стиральных машин классов А, А+ и А++ в продажах в 2009 г. была равна 95%.

Условием комфортного проживания даже в климате России, особенно в ее южных районах, является наличие кондиционера. Обеспеченность ими на 100 домохозяйств в 2012 г. достигла 12. В городах она существенно выше. В Италии ими владеют 33% домохозяйств, в Испании – 55%, в Греции – 98%. В таких странах, как Германия или Голландия, обеспеченность кондиционерами не превышает 3-5%<sup>18</sup>. Потребление электроэнергии на нужды кондиционирования в большой степени зависит от погодных условий – числа градусо-суток периода охлаждения. В 2011 г., по оценкам ЦЭНЭФ, оно составило 4380 млн кВт-ч, а в 2012 г. – 2550 млн кВт-ч. Эффективность новых кондиционеров за последние 10 лет выросла в 1,4 раза. Поэтому по мере замены парка кондиционеров на новые, более эффективные модели рост потребления электроэнергии на эти цели, связанный с ростом обеспеченности ими, будет частично нейтрализован.

Основными видами информационной электротехники, по которым проведен анализ, являются телевизоры (ТВ) и компьютеры. Кроме того, существует широкий перечень так называемых малых бытовых приборов, которые, тем не менее, потребляют значительные и растущие объемы электроэнергии (рис. 2.13). В данной работе оценено потребление электроэнергии телевизорами и компьютерами. Оценка потребления прочими приборами проводится по остаточному принципу.

Обеспеченность домохозяйств телевизорами в развитых странах составляет 96-130%. По имеющимся данным, в России она составляет 174%. Исходя из этой информации, получена оценка потребления электроэнергии телевизорами 11,1 млрд кВт-ч при среднегодовом потреблении электроэнергии на 1 телевизор 121 кВт-ч. Это примерно соответствует среднему уровню в ЕС<sup>19</sup>. В 2000-2012 гг. потребление электроэнергии на эти цели медленно росло. В отличие от многих бытовых приборов, потребление электроэнергии одним телевизором в последние годы в ЕС росло по причине роста диагонали телевизоров и роста доли энергоемких плазменных телевизоров. В России эта тенденция еще, по-видимому, не начала проявляться, но может проявиться в ближайшем будущем.

Обеспеченность домохозяйств компьютерами в 2012 г. составила 86%. Потребление электроэнергии компьютерами в 2012 г. составило 2626 млн кВт-ч. Всеми прочими бытовыми электроприборами было потреблено 47600 млн кВт-ч. Сюда входят как посудомоечные машины, которые относятся к числу крупных бытовых приборов, и обеспеченность которыми выросла до 5 на 100 домохозяйств к 2012 г., так и микроволновые печи (обеспеченность 69%), пылесосы (обеспеченность 93%), музыкальные центры (обеспеченность 38%), электрочайники, утюги, многочисленные гаджеты и т.п.

## **2.5. Рост расходов домохозяйств на энергоснабжение и уровень экономической доступности жилищных и коммунальных услуг**

Существуют два порога доступности ЖКУ. Первый – для среднего отношения «платеж за ЖКУ/доход» – равен 7-8%. Если этот порог превышен, то платежная дисциплина падает, и (или) снижается уровень комфорта. Чем значительнее «заступ» за порог 7-8%, тем значительнее такое снижение. Второй порог – для отношения «платеж за ЖКУ/бюджет

<sup>18</sup> Там же.

<sup>19</sup> IEA. Cool appliances. Policy Strategies for Energy Efficient Homes. Paris. 2003; Energy Efficiency Trends of IT Appliances in Households (EU27) Monitoring of energy efficiency in EU 27, Norway and Croatia. ODYSSEE MURE. Fraunhofer ISI. Karlsruhe. September 2009.

прожиточного минимума» – равен 15%. Если этот порог превышен, то никакие самые суровые меры по повышению собираемости платежей не позволяют повысить платежную дисциплину. Этот второй порог – ключ для проектирования программ социальной поддержки. При проекции на отдельные составляющие ЖКУ пороги проявляются так, как это показано в табл. 2.2.

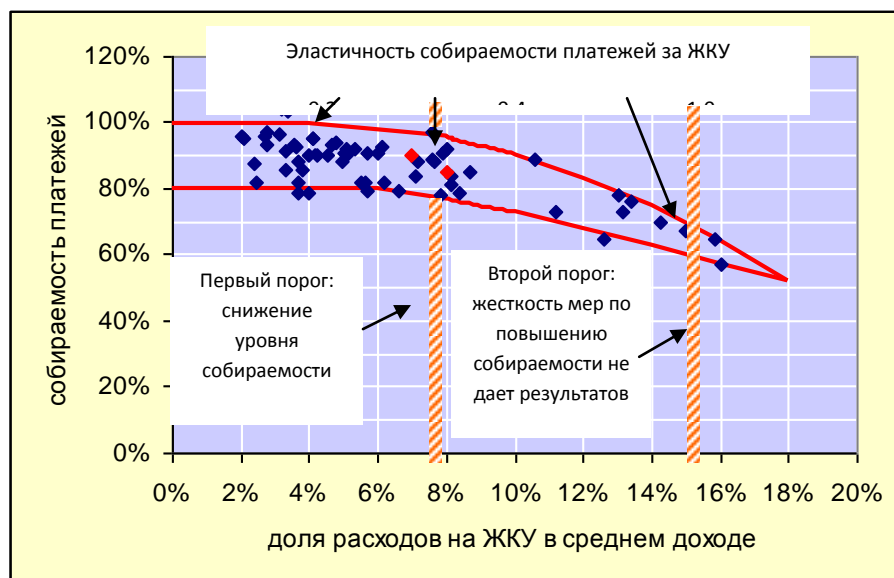
Под порогом понимается не некая «священная» граница, которую нельзя переступить, а уровни, при превышении которых существенно изменяются характеристики зависимости, очерченной «крылом Башмакова» (рис. 2.14). Данная зависимость не является уникальной только для ЖКУ. Она справедлива по отношению к собираемости налогов или к отношению расходов на энергоресурсы к ВВП.

**Таблица 2.2 Пороги доступности ЖКУ**

	Доля платежей за ЖКУ в доходе	Доля платежей за коммунальные услуги	Доля платежей за энергоресурсы в доходе
Порог средней доступности	7-8%	4-5%	3-4%
Порог предельной доступности	15%	8-10%	6-8%

Источник: И. Башмаков. Реформа ЖКХ: мы неправильно делаем то, что задумали, или неправильно задумали то, что делаем? «Энергосбережение», № 5 и 6. 2004.

**Рисунок 2.14 «Крыло Башмакова». Зависимость собираемости платежей за ЖКУ от доли оплаты за ЖКУ в среднем доходе**



Источник: И. Башмаков. Реформа ЖКХ: мы неправильно делаем то, что задумали, или неправильно задумали то, что делаем? «Энергосбережение», № 5 и 6. 2004.

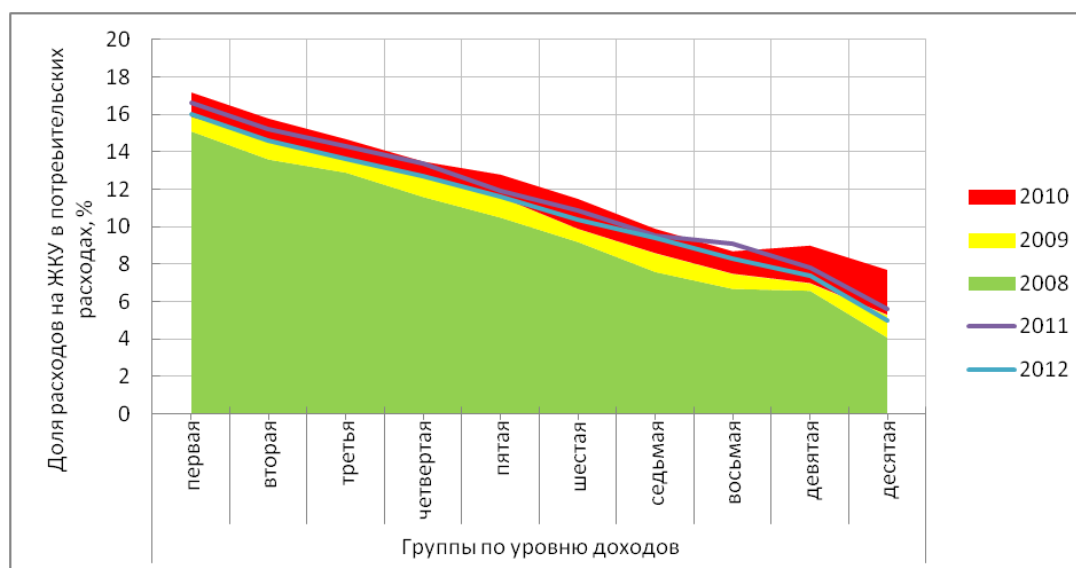
В 2010 г. доля расходов на ЖКУ в потребительских расходах домашних хозяйств вошла в «красную» зону за порогом доступности ЖКУ и оставалась в ней в 2011-2012 гг. (рис. 2.15). В 2000-2013 гг. расходы населения России на приобретение энергоресурсов выросли в 12 раз с 113 млрд руб. до 1400 млрд руб., в т.ч. на цели отопления – с 52 до 722 млрд руб., ГВС – с 19 до 216 млрд руб. и на прочие нужды – с 42 до 462 млрд руб. Доля расходов на энергоснабжение жилищ в расходах населения в 2000-2013 гг. устойчиво превышала 4%, а в доходах – 3,4%. Похожая ситуация проявляется и на рынке приобретения энергоносителей для снабжения жилых домов других стран. В США средняя доля этих платежей в доходах населения в 1959-2005 гг. составила 2,6%.

Диапазон ее устойчивого изменения оказался крайне узок как в США, так и в Японии: 2-3%. Выход за эти пределы устойчивого изменения доли был только кратковременным.

Для 15 «старых» членов Европейского Союза первая пропорция в 1999 г. в среднем составила 3,2% с разбросом по странам от 2 до 5%. В Индии в последние годы она колебалась также вокруг 3%. В Китае в 2000 г. она составила 2,6%.

Возможности введения дополнительной платы за капитальный ремонт также в большой степени зависят от уже существующего уровня экономической доступности жилищных и коммунальных услуг. За последние годы доля расходов на ЖКУ росла для всех доходных групп и вышла на пределы способности и готовности населения платить за ЖКУ (рис. 2.15).

**Рисунок 2.15 Доля расходов на ЖКУ**



Источник: Оценено ЦЭНЭФ по данным Росстата

## 2.1 Степень удовлетворенности населения коммунальными услугами

Данные об уровне удовлетворенности населения качеством коммунальных услуг основаны на результатах проводимых Росстатом опросов населения в рамках «Комплексного наблюдения условий жизни населения». Согласно этим опросам, в 2011 г.:

- 17,5% домохозяйств указали на необходимость использования конвектора, радиатора или теплового вентилятора в качестве дополнительного источника тепла и другого электрического оборудования для компенсации дефицита теплового комфорта;
- 27,5% домохозяйств указали на наличие проблем с подачей электроэнергии, в т.ч. в связи с перебоями централизованной подачи электроэнергии – 17,8%, вследствие плохого состояния электропроводки – 2,5%; вследствие недостатка выделяемой мощности – 4,8%, по другим причинам – 2,3%;
- 6,5% домохозяйств, жилище которых обеспечено центральным горячим водоснабжением, указали, что имеют место постоянные перебои в снабжении горячей водой, а 40,3% – что перебои случаются время от времени;





- 74% домохозяйств, не пользующихся сетевым газом, указали на отсутствие возможности подключения к газораспределительной сети, а 11,3% – на наличие возможности, но отсутствие средств на подключение.

Таким образом, при довольно значительной экономической нагрузке и росте расходов на коммунальные услуги в 12 раз в 2000-2013 гг. большая доля россиян все еще не может получить надежные и качественные услуги энергоснабжения их жилищ.

### 3. Эффективность потребления энергии в жилищном секторе

#### 3.1. Индикаторы энергоэффективности в жилищном секторе

Существует иерархия в пирамиде показателей энергоэффективности:

- ✓ на самом верхнем уровне стоит интегральный по всей экономике показатель – энергоёмкость ВВП, производительность энергии или интегральный индекс энергоэффективности;
- ✓ на втором уровне по основным секторам потребления энергии могут определяться сводные показатели энергоэффективности для этих секторов: электро- и теплоэнергетики, промышленности, транспорта, жилищного сектора и т.п.;
- ✓ на третьем уровне оцениваются показатели энергетической эффективности производства различных видов товаров, работ и услуг, часто в виде специальных физических показателей энергоэффективности: удельный расход энергии на производство единицы электроэнергии, на выплавку тонны металла, на производство тонны цемента, на отопление 1 м<sup>2</sup> жилой площади, на единицу транспортной работы грузовиков и т.д.;
- ✓ наконец, последний, четвертый уровень – это многочисленные показатели энергоэффективности отдельных технологий и видов оборудования: КПД электростанций, суточный расход электроэнергии холодильником, расход топлива на единицу пробега автомобиля или отношение мощности осветительного прибора к его светопотоку.

Показатели могут определяться на каждом уровне управления процессом повышения энергоэффективности. Агрегирование индикаторов энергоэффективности может проводиться по любой ломаной траектории по закрашенным полям таблицы 3.1 при общем направлении движения на «северо-запад».

**Таблица 3.1 Система индикаторов энергоэффективности по уровням управления и по широте охвата энергопотребляющих установок**

Уровни управления	Интегральные индикаторы по всей экономике	Индикаторы энергоэффективности для секторов	Индикаторы энергетической эффективности производства отдельных товаров, работ и услуг	Индикаторы энергоэффективности отдельных технологий и видов оборудования	Направление агрегирования
Федеральный уровень					
Уровень субъекта РФ					
Муниципалитет					
Сектор, отрасль или группа предприятий					
Отдельное предприятие					
Отдельное домохозяйство					
Направление агрегирования					

## 3.2. Оценка прогресса в повышении эффективности использования энергии

Интегральным показателем энергоэффективности в жилищном секторе является удельный расход энергии в расчете на 1 м<sup>2</sup> жилой площади. Помимо этого показателя, используется довольно широкий набор частных индикаторов энергоэффективности. В Разделе VIII – Подпрограмма «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в жилищном фонде» Приложения № 13 к Государственной программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» используются 8 индикаторов энергоэффективности. Их оцененные значения за 2007-2013 гг. показаны в табл. 3.2.

В 2007-2013 гг. удельный расход энергии в расчете на 1 м<sup>2</sup> жилой площади при приведении к сопоставимым погодным условиям сократился на 14%. Это большое достижение. Существенно выросла доля квартир и МКД, оснащенных приборами учета, и доля применяемых энергоэффективных ламп и снизился средний расход электроэнергии новыми холодильниками. Однако, несмотря на несомненный прогресс в последние годы в этом отношении, в ряде случаев эти индикаторы оказались хуже заданий Государственной программы. В случае когда расхождение в сторону невыполнения заданий Государственной программы превышало 1% (точность измерения многих целевых индикаторов), значения в табл. 3.2 были закрашены. Таких показателей оказалось 5 из 8.

**Таблица 3.2 Значения индикаторов энергоэффективности Государственной программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» в части Подпрограммы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в жилищном фонде»**

№№	Индикаторы энергетической эффективности	Единицы измерения	Фактические показатели					Целевое значение 2013 год
			2007 год	2010 год	2011 год	2012 год	2013 год	
82	Доля многоквартирных жилых домов, на которых проведены энергетические обследования (за предыдущие пять лет)	%	-	0,55	1,93	2,0	3,1	40,0
83	Средний удельный расход энергии в жилых домах то же, приведенный к погодным условиям 2007 г.	кгу.т./кв. м/год	47,9	46,9	46,4	44,3	43,4	39,3
			47,9	44,6	44,8	41,7	41,1	39,3
84	Средний удельный расход тепла на цели отопления в жилых домах, подключенных к системам централизованного теплоснабжения	Гкал/кв. м/градус сутки	0,0407	0,0340	0,0336	0,0327	0,0348	0,0345
85	Доля площади многоквартирных домов, в которых проведен комплексный капитальный ремонт по энергосберегающим проектам	%	0,3	0,4	0,2	1,0	0,9	0,5
86	Доля энергосберегающих ламп в системах освещения	-»-	7	15	18	20	21	60
87	Средний расход электроэнергии на 1 проданный новый холодильник	кВт-ч/год	325	316	314	314	309	311



№№	Индикаторы энергетической эффективности	Единицы измерения	Фактические показатели					Целевое значение
			2007 год	2010 год	2011 год	2012 год	2013 год	2013 год
88	Доля многоквартирных жилых зданий, оснащённых приборами учёта тепла, получаемого от систем централизованного теплоснабжения (по зданиям с тепловой нагрузкой выше 0,2 Гкал/час)	%	14	17,2	33,1	40,1	49,7	65,0
88 а	То же, в общем числе многоквартирных жилых зданий, подключённых к системам централизованного теплоснабжения	%	6,8	9,3	10,2	12,2	19,9	
89	Доля квартир, оснащённых приборами учёта горячей воды	%	7,0	20,4	48,0	54,9	63,9	65,0

\* по зданиям с тепловой нагрузкой свыше 0,2 Гкал/час.

Источник: Расчеты ЦЭНЭФ.

Отклонение показателя «доля многоквартирных жилых домов, на которых проведены энергетические обследования за последние пять лет» от целевого значения на 2012 г. наиболее значительно. Проведение энергетических обследований в МКД не является обязательным, и следовательно, количество подобных обследований напрямую зависит от желания и возможностей жителей и управляющих компаний их проводить. Как правило, энергетические обследования заказывают с целью выявления состояния характеристик ограждающих конструкций здания, оборудования, в нем расположенного, и объемов потребления энергетических ресурсов и воды. Конечной целью таких обследований является разработка перечня предлагаемых к реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, часть которых предполагает существенные затраты, которые значительное количество жителей не готово «потянуть».

Средний удельный расход энергии в жилых домах снизился не так значительно, как предполагалось. Более медленное, чем планировалось, снижение этого показателя объясняется более холодной погодой в 2013 г. по сравнению с 2007 г. Но это не единственная причина. Сказались также кризисное снижение по сравнению с намечавшимися до кризиса объемами как ввода новых (более энергоэффективных) жилых зданий, так и недостаточные объемы капитального ремонта, что приводит к деградации ограждающих конструкций зданий. Кроме того, в жилом секторе быстро повышалось потребление электрической энергии и природного газа за счет роста обеспеченности домохозяйств электробытовыми приборами, а также децентрализации теплоснабжения.

Проникновение энергосберегающих ламп в системы бытового освещения происходило не так интенсивно, как планировалось, чему способствовало несколько факторов:

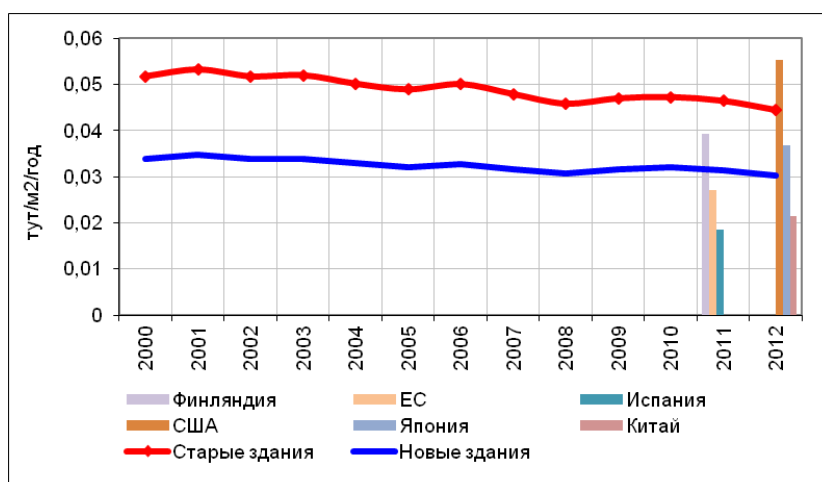
- ✓ ввод запрета оборота ламп накаливания мощностью 100 Вт и более оказался неэффективным, поскольку производители переключились на производство ламп мощностью 95 Вт, а сами лампы накаливания мощностью 100 Вт не были так сильно распространены;
- ✓ последующего отказа от ламп накаливания мощностью менее 100 Вт не произошло;

- ✓ стоимость компактных люминесцентных, и особенно светодиодных, ламп по-прежнему высока относительно стоимости ламп накаливания общего пользования.

Значения показателя «доля многоквартирных жилых зданий, оснащённых приборами учёта тепла, получаемого от систем централизованного теплоснабжения (по зданиям с тепловой нагрузкой свыше 0,2 Гкал/час)» из года в год росли. Недостаточно высокие темпы этого роста могут быть объяснены тем, что расходы по установке коллективных приборов учёта тепла были возложены в рамках Программы на население, которое в силу определенных причин (низкие доходы, сложность принятия коллективного решения об установке прибора учёта) не склонно их нести. Рост доли многоквартирных жилых домов, оснащенных приборами учёта тепловой энергии, может быть во многом объяснен активностью муниципальных органов власти в этой сфере. Доля квартир, оснащённых приборами учёта горячей воды, росла довольно динамично.

Удельный расход энергии на 1 м<sup>2</sup> в 2012 г. составил в России 43,4 кгут/м<sup>2</sup>/год, или 353 кВт-ч/м<sup>2</sup>. При этом в старых зданиях удельный расход выше – 44,5 кгут/м<sup>2</sup>/год, а в новых (30,4 кгут/м<sup>2</sup>/год) – ниже средней величины.

**Рисунок 3.1** Динамика удельного потребления энергии в жилищном секторе России в 2000-2012 гг.



Источники: Оценки ЦЭНЭФ для России; Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012; Global Energy Assessment. Towards a Sustainable Future. IASA. Austria. 2012.

### 3.3. Результаты энергетических обследований жилых зданий

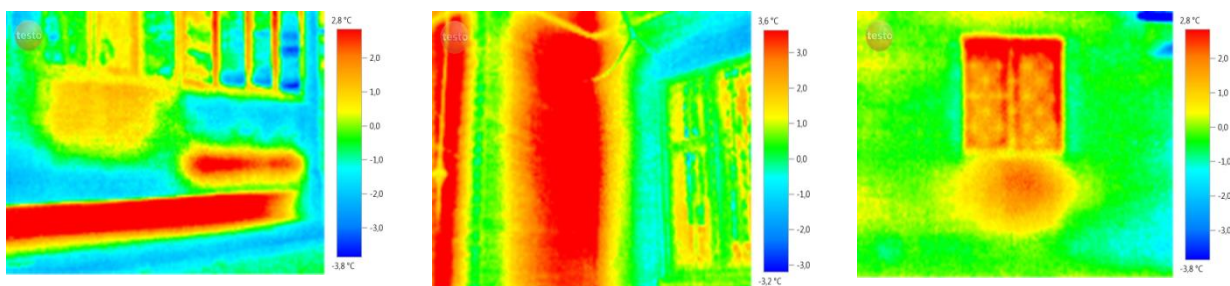
Анализ возможностей повышения энергоэффективности в жилых зданиях России можно проводить на основе данных энергетических обследований, оценки потенциала экономии энергии и на основе сравнения с наиболее энергоэффективными зданиями, а также при сравнении с другими странами. Ниже приводятся выборочные результаты отдельных энергетических обследований, проведенных ЦЭНЭФ по проекту «Энергоэффективный квартал» в г. Тюмени и по проекту МФК в г. Ростове-на-Дону, а также других обследований. Они наглядно показывают, что потери энергоресурсов и воды в жилых зданиях велики, равно как и резервы их сокращения.

**Системы отопления.** Анализ теплозащитных характеристик жилых зданий, вне зависимости от того, где он проводился – в Норильске, Ростове-на-Дону, Тюмени, Омске,

Санкт-Петербурге или Москве, – показывает, что потери тепловой энергии через ограждающие конструкции довольно велики, особенно для зданий, построенных до 2000 г. Теплозащитные характеристики новых зданий существенно выше, чем зданий более ранней постройки. Особенно заметна разница в теплозащитных характеристиках светопрозрачных конструкций. В старых домах температура на поверхности окон (при низких температурах наружного воздуха) может на 10 и более градусов превышать температуру на поверхности стен.

Анализ приведенных на рис. 3.2 термограмм показал, что в большинстве случаев пространственное распределение температурного поля на поверхностях фасадов жилых зданий достаточно неравномерное.

### Рисунок 3.2 Термограммы фасадов жилых зданий

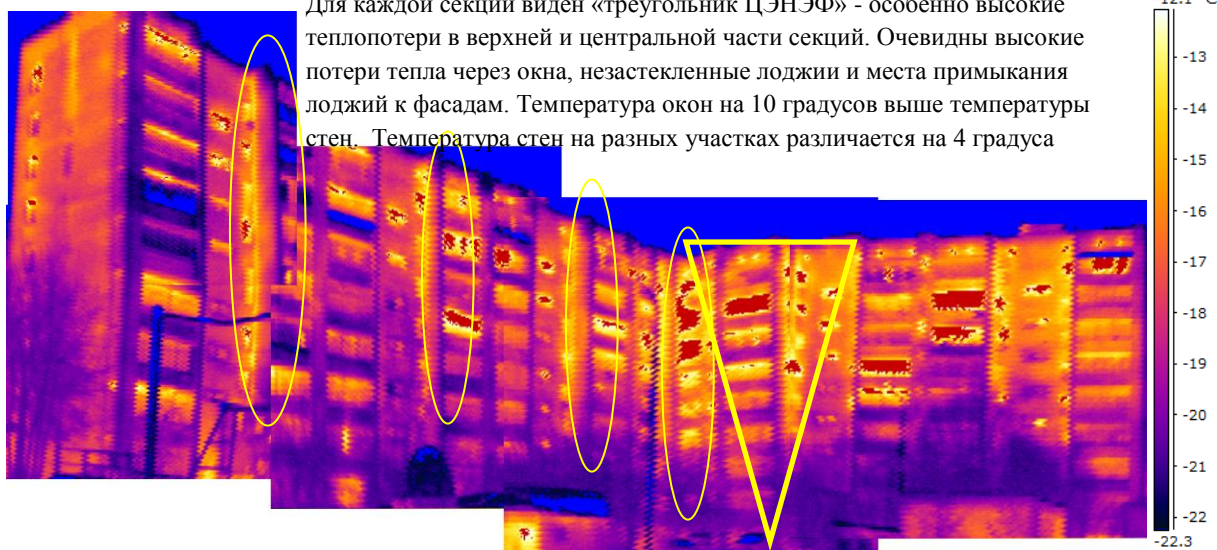


Потери тепла через цоколь подвального помещения

Стыки стен по фасаду здания

Неутепленные окна и участки стен за радиаторами отопления

#### Термограммы элементов фасадов жилых зданий в г.Ростове-на-Дону



Для каждой секции виден «треугольник ЦЭНЭФ» - особенно высокие теплотери в верхней и центральной части секций. Очевидны высокие потери тепла через окна, незастекленные лоджии и места примыкания лоджий к фасадам. Температура окон на 10 градусов выше температуры стен. Температура стен на разных участках различается на 4 градуса



Термограмма и фотография жилого здания в г. Тюмени. Очевидны высокие теплотери по всему фасаду здания.

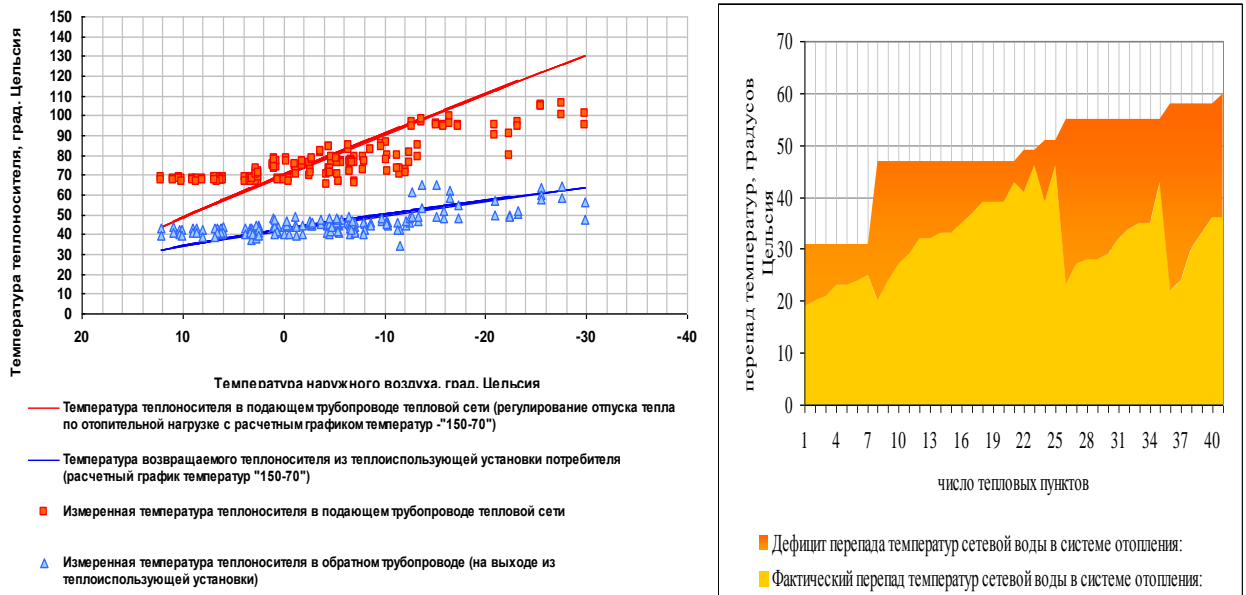
Источник: ЦЭНЭФ

Наиболее существенные утечки тепла наблюдаются через: неутепленные стены с заниженным коэффициентом приведенного сопротивления теплопередаче; устаревшие светопрозрачные конструкции окон, балконных дверей и лоджий; открытые форточки; участки стен за радиаторами отопления; межпанельные швы; места примыкания лоджий к фасадам; козырьки неутепленных лоджий; внешние выходы вентиляционных отверстий (верхние отводы вентиляционных шахт); нежилые помещения первых этажей; подвальные помещения; выходы чердачных помещений. Применение стеклопакетов дает разные результаты в зависимости от их качества. В ряде случаев установка стеклопакетов низкого качества не дала улучшения теплозащитных характеристик окон. Поэтому при реализации мер по замене окон очень важно правильно подбирать стеклопакеты. В ряде случаев открытые форточки являются следствием локальных «перетопов» и реального эффекта теплозащитных свойств стеклопакетов при отсутствии регулирования подачи тепла на здание. Кроме того, часть форточек открыта в целях проветривания вследствие плохой работы системы вентиляции.

Результаты приборных обследований тепловых узлов зданий показали, что фактическая температура сетевой воды, поступающей на отопительные подогреватели, была, как правило, значительно (на 10-35°C) ниже значений, принятых по расчетному температурному графику 150-70°C (рис. 3.3). Температура воды, поступающей в обратный трубопровод тепловой сети после отопительных подогревателей, существенно (на  $\pm 15^\circ\text{C}$ ) отличалась от принятой по расчетному температурному графику. В итоге, фактический перепад температур сетевой воды в системе отопления зданий квартала был намного (на 3-36°C) меньше нормативного значения (рис. 3.3). Это значит, что при среднесуточных температурах наружного воздуха ниже  $-15^\circ\text{C}$  в жилых зданиях имеется заметный «недотоп», причиной которого является несоблюдение расчетного температурного графика. Теплоснабжающая компания корректирует график отпуска теплоты в тепловые сети, снижая температуру теплоносителя в подающей магистрали тепловой сети. Результатом этого является снижение отпуска тепловой энергии на цели отопления по отношению к нормативным объемам (более темная область на рис. 3.3) и переплата за тепло теми потребителями, которые живут в зданиях, не оснащенных приборами учета тепла (а, как показано в табл. 3.1, еще более половины жилых зданий с тепловыми нагрузками более 0,2 Гкал/час еще не оснащены ими).

Анализ данных архивов приборов учета показывает, что параметры сетевой воды в системе отопления зданий, как правило, не соответствуют расчетным значениям в целом для отопительных сезонов (рис. 3.3).

**Рисунок 3.3** Определение фактических параметров сетевой воды, поступающей на отопление зданий в г. Тюмени



Расчетные и фактические температуры теплоносителя, подаваемого на отопление жилых зданий в г. Тюмени

Результаты измерения перепада температур сетевой воды в тепловых пунктах зданий квартала

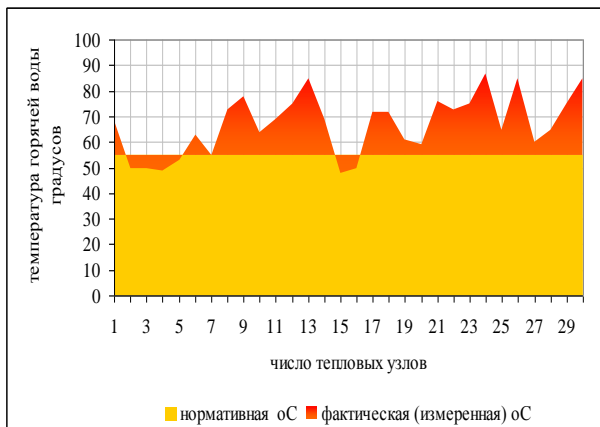
Источник: ЦЭНЭФ

**Системы горячего водоснабжения.** Фактическая температура воды на выходе из подогревателей горячего водоснабжения обследованных жилых зданий составила от 50°C до 88°C при нормативном значении 50-55°C (рис. 3.4а). Таким образом, фактическая температура горячей воды, поступающей к водоразборным приборам, в ряде случаев на 33°C превышала нормативные значения, что свидетельствует об отсутствии регулирования температуры горячей воды и, как следствие, о существенном (до 35%) перерасходе тепловой энергии, необходимой для горячего водоснабжения здания. В ряде тепловых пунктов, где имеется автоматика на системе ГВС, она работает плохо. В итоге, перегрев горячей воды может носить систематический характер (рис. 3.4в).

Расчетное потребление тепловой энергии в системе ГВС в г. Тюмени определяется на основании использования нормативного уровня потребления горячей воды – 105 л/чел/сутки. ЦЭНЭФ получил ежемесячные данные по потреблению горячей воды 100 домохозяйствами, оснащенными квартирными приборами учета расхода горячей воды. Их обработка и анализ показали, что средний уровень месячного потребления горячей воды в расчете на одного проживающего составил 1,62 м<sup>3</sup>, или только 54 л/чел/сутки (рис. 3.4б), что в 2 раза ниже норматива. Как правило, в системах горячего водоснабжения утечки существенно меньше, чем в системах холодного водоснабжения. Тем не менее, на примере жилого здания в г. Королев видно, что ни в один из часов наблюдения расход горячей воды не падал до нуля. Это означает, что не очень большие, но утечки все же есть (рис. 3.4в).



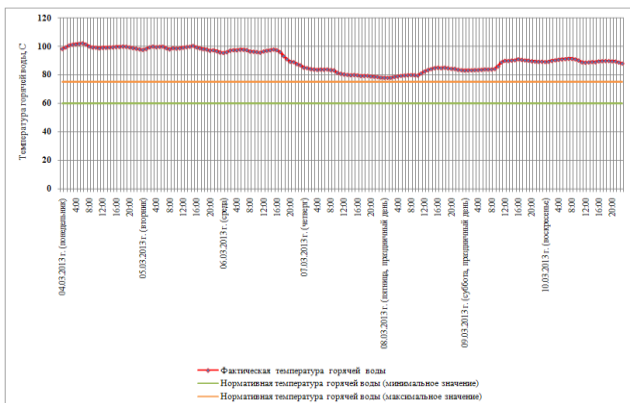
### Рисунок 3.4 Результаты диагностики систем горячего водоснабжения



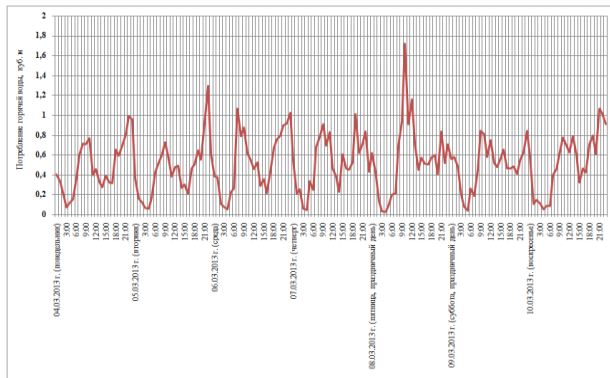
(а) Результаты измерения температуры горячей воды на выходе из подогревателей горячего водоснабжения в тепловых пунктах зданий



(б) Потребление горячей воды в среднем на одного проживающего в 100 квартирах г. Тюмени, оснащенных квартирными приборами учета расхода горячей воды



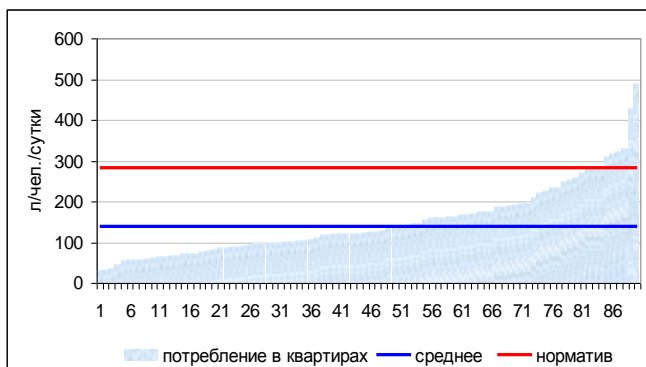
(в) Результаты почасового мониторинга температуры на вводе в здание и часового расхода горячей воды (Московская область, г. Королев)



Источник: ЦЭНЭФ

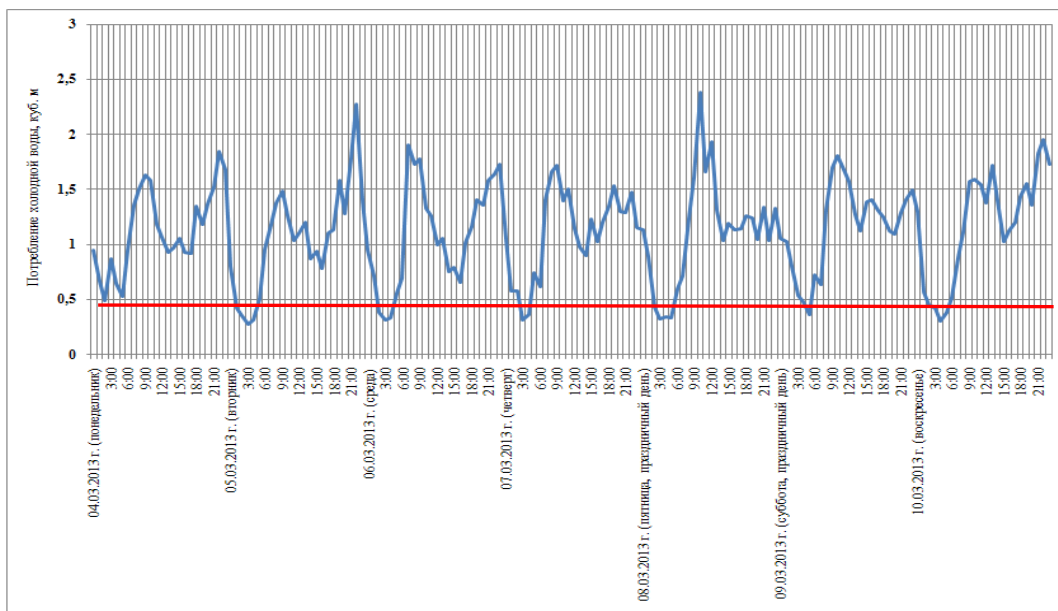
**Системы холодного водоснабжения.** Квартирными приборами учета холодной воды оснащены 61% домохозяйств, подключенных к централизованным системам водоснабжения в России. Реальный уровень потребления воды оказывается существенно ниже нормативного для подавляющего числа домохозяйств, в среднем на 12-40% и более. Он тем выше, чем выше установлен норматив потребления холодной воды (рис. 3.5а и 3.5б). Около 30% потребления воды приходится только на 10-12% домохозяйств, расточительно ее использующих. Более высокий расход холодной воды этими домохозяйствами может быть связан с утечками из водоразборных приборов, которые могут достигать 30% (рис. 3.5в) и более.

### Рисунок 3.5 Результаты диагностики систем холодного водоснабжения



(а) потребление холодной воды на одного проживающего. Жилый дом в Ростове-на-Дону. 30% потребления воды приходится на 12% квартир. Среднее потребление – 139 л/чел/сутки. Норматив – 238 л/чел/сутки

(б) Потребление холодной воды в среднем на одного проживающего в г. Тюмени. Средний уровень потребления холодной воды составил 153,8 л/чел/сутки при нормативе 175 л/чел/сутки. Потребление свыше норматива отмечено только в 25% домохозяйств.



(в) Результаты почасового мониторинга расхода холодной воды (Московская область, г. Королев). Красная линия показывает уровень постоянных утечек.

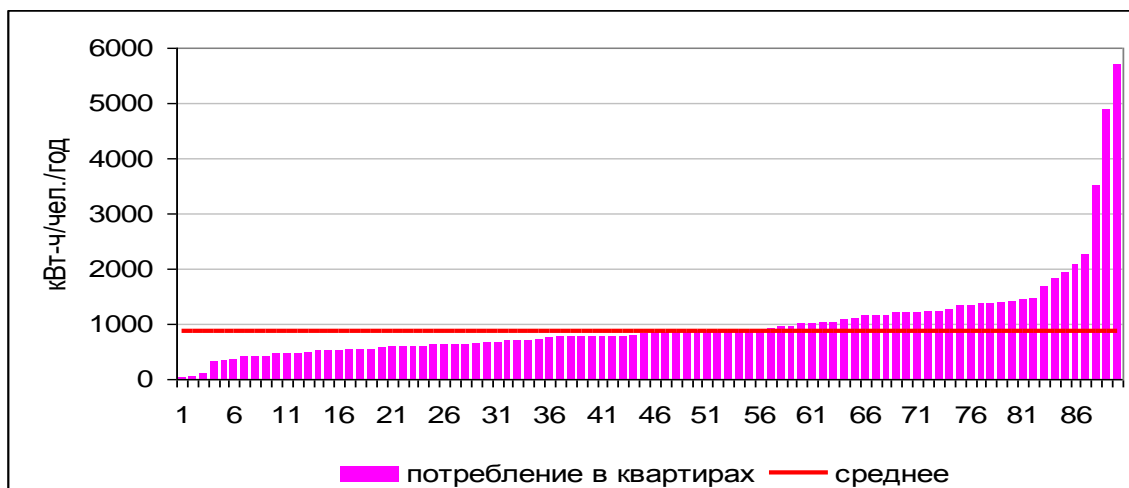
Источник: ЦЭНЭФ

**Системы электроснабжения.** Во многих жилых зданиях системы электроснабжения не ремонтировались десятки лет и находятся в довольно плачевном состоянии (рис. 3.6а). Перед началом реализации каких-либо мер по повышению энергоэффективности в этих зданиях необходимо провести капитальный ремонт электрооборудования. Вместе с тем, есть много жилых зданий, где системы электроснабжения находятся в хорошем состоянии. Большие потери электроэнергии имеются в системах освещения мест общего пользования, где установлены лампы накаливания или нет датчиков присутствия. Потребление электроэнергии в квартирах в расчете на одного проживающего различается разительно (рис. 3.6б). Около трети потребления приходится только на 10-12% квартир. В среднем по России потребление равно 959 кВт-ч/чел/год, или 80 кВт-ч/чел/мес.

### Рисунок 3.6 Результаты диагностики систем электроснабжения



(а) Состояние вводов и электропроводки в отдельных жилых зданиях гг. Тюмень и Ростов-на-Дону



(б) потребление электроэнергии на одного проживающего в жилом доме г. Ростова-на-Дону. 30% потребления приходится на 11% квартир. В среднем, потребление составляет 866 кВт-ч/чел/год, или 72 кВт-ч/чел/мес.

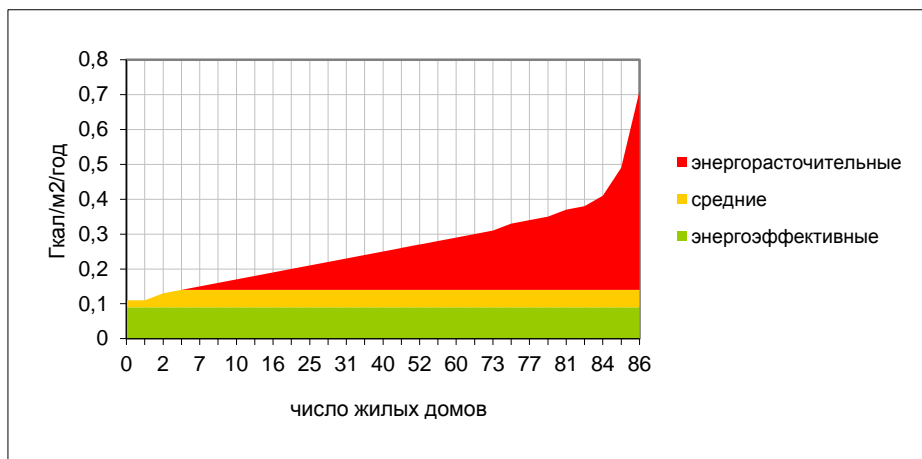
Источник: ЦЭНЭФ

## 3.4. Кривые распределения жилых зданий по уровню энергоэффективности

Важным инструментом анализа потенциала экономии энергии является бенчмаркинг – построение кривых распределения однотипных энергопотребляющих объектов (жилых зданий) по уровню их энергетической эффективности, позволяющее не только оценивать величину потенциала энергосбережения, но и отбирать объекты для первоочередного включения в состав программ повышения энергоэффективности. Распределение жилых зданий по уровню энергоэффективности на цели отопления описывается типовой функцией «горки ресурса энергоэффективности» (рис. 3.7). Красная зона показывает потенциал при сравнении со средним жилым зданием новой постройки, а сумма красной и желтой зон – с требованиями СНиП по энергоэффективности. Как показывает многолетний опыт работы ЦЭНЭФ, такие функции распределения зданий по уровню энергоэффективности являются типовыми. Они имеют три составляющие. Первая

описывает пониженные удельные расходы у самых энергоэффективных зданий, построенных в последние годы по новым СНИП. Вторая отражает практически линейное распределение зданий по параметрам энергоэффективности в средней части графика в зависимости от теплозащитных свойств зданий, этажности, компактности, срока и условий эксплуатации и т.п. Третья – высокие удельные расходы сравнительно небольшой доли самых неэффективных зданий (в нее, как правило, входит ветхое и аварийное жилье).

**Рисунок 3.7 Типовое распределение жилых зданий по уровню удельного расхода тепловой энергии на отопление («горка ресурса энергоэффективности»)**



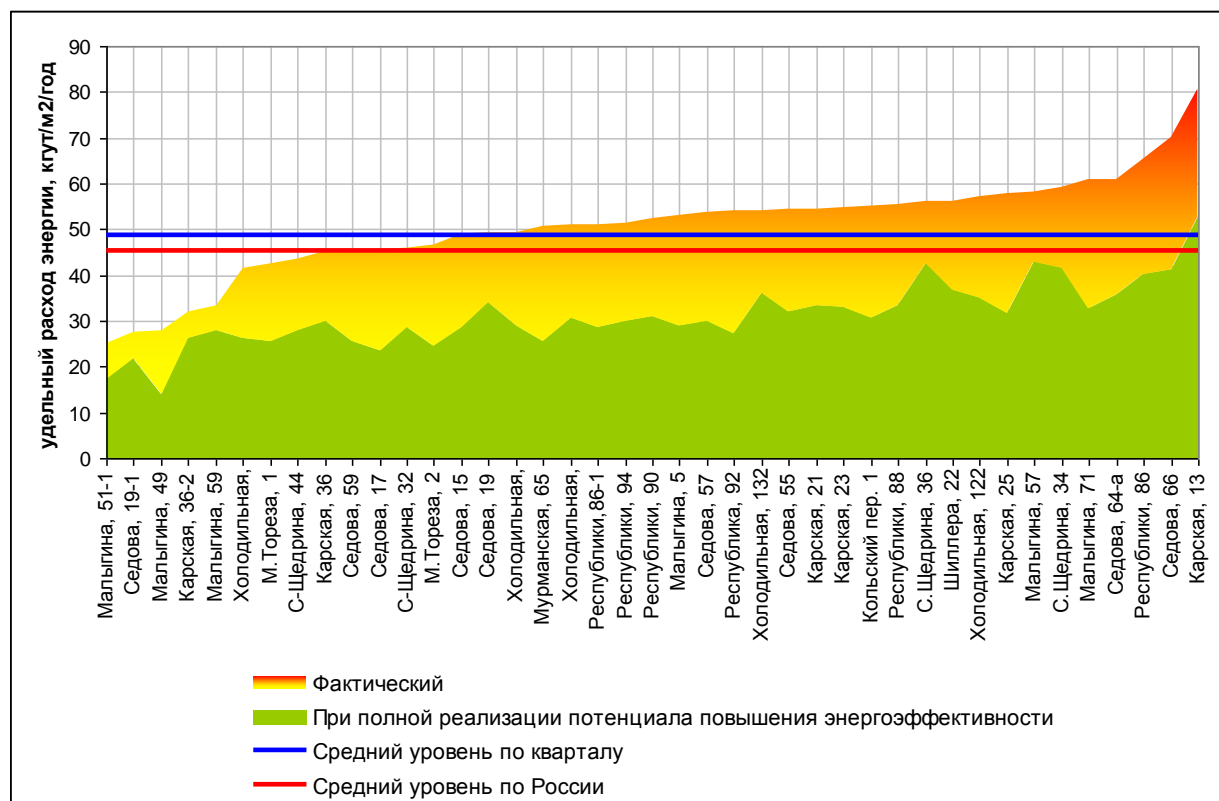
Источник: Оценка ЦЭНЭФ

Это распределение в целом соответствует распределению зданий по годам их строительства и распределению по времени ужесточения требований к теплозащите строящихся зданий с учетом разности в материалах стен и этажности. Поскольку в энергобалансе жилых зданий доминирует потребление тепловой энергии, естественно, что самые низкие удельные расходы энергии имеют место в новых зданиях, в которых тепловая защита была спроектирована в соответствии с требованиями СНИП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и региональных ТСН и которые оснащены домовыми приборами учета. Напротив, для зданий более ранних массовых серий удельные расходы энергии сравнительно высоки. По мере нового строительства и сноса ветхого и аварийного жилья доля старых зданий снижается, а новых, более эффективных – растет. Соответственно снижается средневзвешенный удельный расход энергии на отопление. Изменение теплопотерь существующего жилого фонда происходит как за счет деградации ограждающих конструкций жилых зданий (по мере их ветшания), так и за счет утепления и проведения ремонта ограждающих конструкций в рамках комплексных капитальных ремонтов при оснащении зданий приборами учета и регулирования.

Интегральным индикатором эффективности использования энергии в жилых зданиях является показатель удельного расхода всех видов энергии в здании на все цели в расчете на  $1 \text{ м}^2$  общей площади зданий в год. Жилые здания можно ранжировать и по этому критерию (рис. 3.8). Средневзвешенный удельный расход всех видов энергии в жилых зданиях, показанных на рис. 3.8, равен  $48,7 \text{ кгут/м}^2/\text{год}$ . При полной реализации потенциала экономии энергии можно добиться снижения удельного расхода энергии во всех жилых зданиях до  $29,2 \text{ кгут/м}^2/\text{год}$ , или на 40%. Поскольку кривые распределения жилых зданий и квартир по уровню энергоэффективности отражают влияние многих факторов, включая уровень текущей эксплуатации жилого здания и его этажность, объем

потенциала экономии энергии связан (но не жестко) с уровнем удельного расхода энергии.

**Рисунок 3.8** Рейтинг жилых зданий «энергоэффективного квартала» г. Тюмени по удельному расходу энергии и по потенциалу экономии энергии



Источник: Оценка ЦЭНЭФ

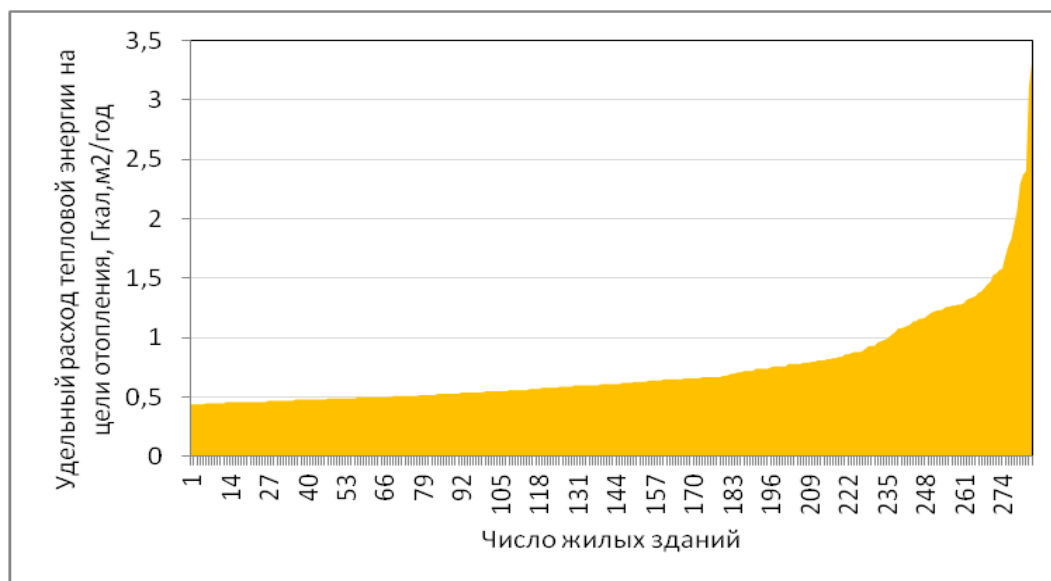
Первоочередной интерес для реализации проектов по повышению энергоэффективности вызывает самая правая часть кривой распределения жилых зданий по уровню энергоэффективности, или самая крутая часть «горки ресурса энергоэффективности». Такой анализ проведен для 282 МКД с высокими удельными расходами тепловой энергии, расположенных в Южном административном округе города Москвы. Все эти здания оборудованы приборами учета тепловой энергии. Данные за 2012 г. предоставлены ОАО «МОЭК» (рис. 3.9а). Здания были разделены на 5 групп в зависимости от года постройки, количества этажей, площади зданий, числа подъездов и материала наружных стен. Многие из этих зданий построены по индивидуальным проектам, а удельный расход тепла на цели отопления достигает в некоторых из них за пределами высоких величин<sup>20</sup>. В эту выборку попали даже 8 зданий, построенных после 1994 г., когда в Москве уже ввели ТСН по энергоэффективности в зданиях.

Оценка технического (максимально возможного) потенциала экономии тепловой энергии на отопление для многоквартирных жилых домов проведена на основе сравнения расчетно-нормативных показателей с фактическим потреблением тепловой энергии на цели отопления, а на нужды ГВС – на основе сравнения расчетно-нормативных показателей с удельным договорным потреблением тепловой энергии на ГВС в расчете на 1 м<sup>2</sup> общей площади здания. Удельные расчетно-нормативные показатели потребления тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение на 1 м<sup>2</sup> общей площади жилых

<sup>20</sup> Возможно, для части зданий используются ошибочные данные по их площади.

домов принимались согласно требованиям к энергетической эффективности зданий, строений и сооружений, устанавливаемых с 1 января 2016 г. Оценка технического потенциала экономии энергии на этих зданиях показала, что он равен 85-89% от потребления тепловой энергии и в зависимости от размера здания в среднем равен 1499 Гкал в год при площади здания 800-2100 м<sup>2</sup> и растет до 2800 Гкал в год при площади здания 4000-7700 м<sup>2</sup>.

**Рисунок 3.9** Распределение энергоемких жилых зданий Южного административного округа г. Москвы по уровню удельного расхода тепловой энергии на отопление и потенциал экономии тепловой энергии



(а) Кривая распределения энергоемких жилых зданий Южного административного округа г. Москвы по уровню удельного расхода тепловой энергии на отопление



(б) Технический (максимально возможный) потенциал экономии тепловой энергии на отопление для двух групп многоквартирных жилых домов

Источник: Оценка ЦЭНЭФ по данным МОЭК

Реализацию потенциала экономии энергии имеет смысл начинать со зданий в самой крутой верхней части «горки ресурса энергоэффективности». Там его относительная величина в 2 раза выше среднего значения. То же можно сказать и о потреблении электроэнергии и воды (горячей и холодной) в квартирах.

Капитальный ремонт по комплексным энергосберегающим проектам позволяет срезать часть «горки ресурса энергоэффективности» и существенно снизить площадь «красной зоны». Важен не только потенциал экономии, но и условия его получения. Измерения

потребления тепла по результатам комплексных капитальных ремонтов в г. Москве показали, что практически реализуется только третья часть потенциала. При ожидаемой экономии 40-60%<sup>21</sup> фактически получается только 14-17%, то есть около 30% проектной экономии теряется при эксплуатации жилого здания. В проектах комплексного капитального ремонта должно быть предусмотрено снижение поверхности радиаторов отопления. Если этого не сделано, то проектную экономию можно получить, изменив температурные графики в контроллере автоматического узла управления или ИТП. Опыт переналадки контроллера на измененный температурный график показал, что за счет этой меры можно получить экономию, близкую к проектной<sup>22</sup>. Кроме того, эксперимент по полной реализации проектной экономии показал, что при установленных термостатах расход тепла на отопление в отремонтированных зданиях превышал проектный на 30-40%, поскольку термостатические головки имеют максимальную температуру настройки +26°C, не оцифрованы по градусам внутренней температуры и не используются домохозяйствами для регулирования температуры.

Часто проекты капитального ремонта имеют завышенные сметы за счет включения в них избыточного оборудования. Так, по оценкам Мосгорэкспертизы, стоимость автоматического узла управления можно снизить в 3 раза<sup>23</sup>. Для получения полной потенциальной экономии необходимо обеспечить экономическую заинтересованность как УК, так и собственников жилищного фонда в получении экономии от мер по энергосбережению в рамках капитального ремонта.

Поскольку на долю тепловой энергии приходится 80-86% всего потребления энергии в МКД, основная задача капитального ремонта сводится к снижению именно потребления тепла. Потенциал экономии энергии в жилых домах в среднем равен или превышает по тепловой энергии 40%, по электроэнергии – 37%, по природному газу – 30%, по воде – 25%. В новых зданиях он ниже, в старых – существенно выше. На его относительную величину влияет этажность здания, материал стен, его состояние и качество регулирования тепло- и энергоснабжения.

### **3.5. Типология энергопотребления и эффектов от повышения энергоэффективности в жилых зданиях**

Существенно более точно определять масштабы потребления энергии и возможности ее экономии в жилых зданиях позволяет проведение типологии жилых зданий. Она позволяет на основе подробных выборочных обследований ограниченного числа наиболее распространенных серий зданий экстраполировать результаты на всю выборку и с существенно более высокой точностью, но при ограниченных затратах на ее повышение, формировать качественные программы повышения энергоэффективности в жилых зданиях, определять потребность в ресурсах и эффекты от их реализации. Это направление динамично развивается во многих странах мира (рис. 3.10). Его необходимо развивать и в России. Так, в г. Норильске большинство из 1000 жилых зданий распределяется только на 4 типовые серии.

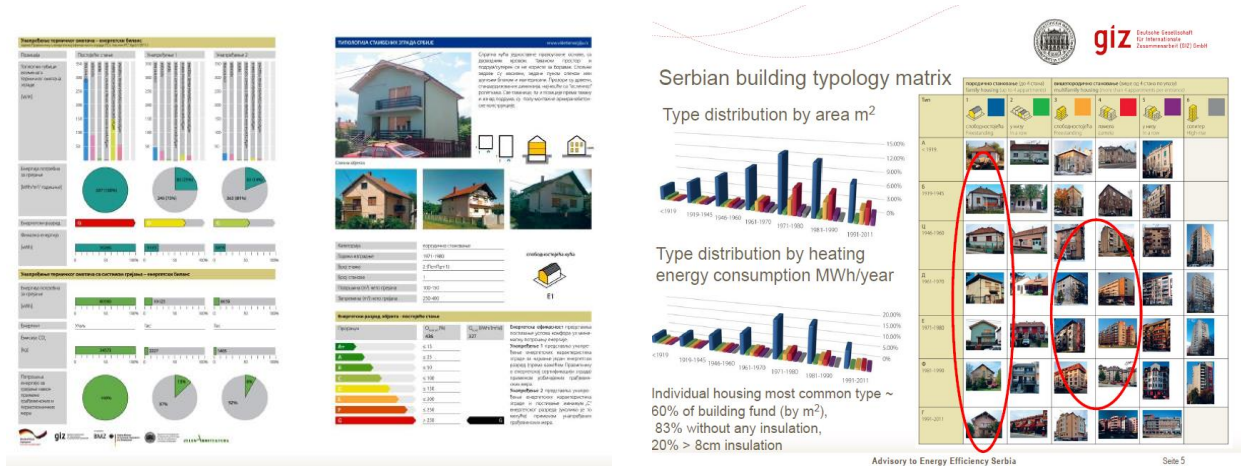
<sup>21</sup> А.М. Филиппов. Баланс энергоэффективности жилых зданий. Теория и практика. Энергосбережение. №4 2011.

<sup>22</sup> В.И. Ливчак и А.Д. Забегин. Преодоление разрыва между политикой энергосбережения и реальной экономией энергоресурсов. Энергосбережение. №4 2011.

<sup>23</sup> Там же.

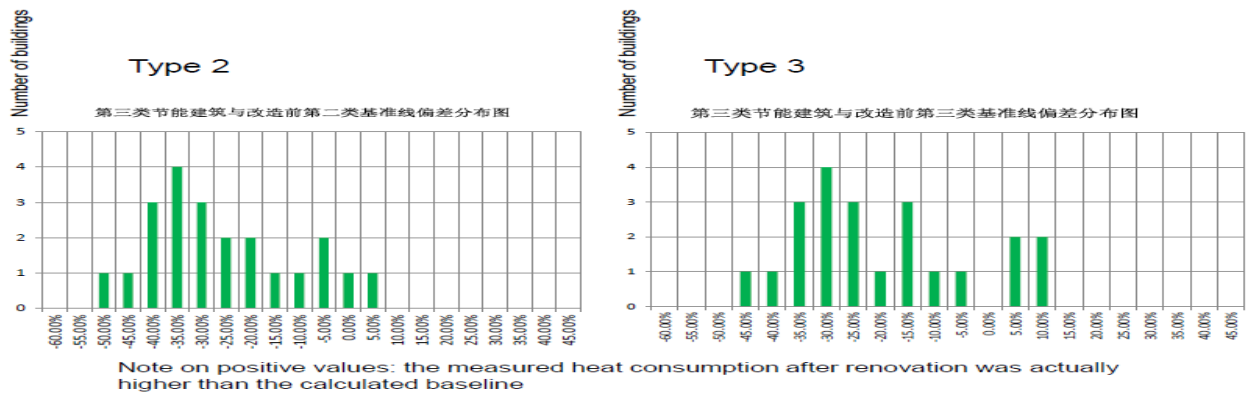
В Сербии сформирована типология из 42 типов жилых зданий. Она основана на годах постройки и характеристиках блокирования или этажности зданий. Для каждого типа зданий приводятся подробные характеристики здания и его энергопаспорт, включая наличие теплоизоляции и тип окон, потребление энергии, потенциал ее экономии, удельный расход энергии, класс энергоэффективности, выбросы парниковых газов и т.д.

**Рисунок 3.10 Опыт типологии энергопотребления жилых зданий и эффектов от проведения капитального ремонта**



(a) Опыт Сербии по типологии жилых зданий

Источник: L. Jarczynski, D. Ignjatovid. Building Typology and Data Management System in Serbia – Instruments for Calculating, Measuring and Reporting Emissions. 14th Workshop of the BMU Climate Technology Initiative (CTI) Berlin, 26-27 September 2013.



(б) Распределение снижения потребления энергии после капитального ремонта в двух типах МКД Северного Китая

Источник: V. Hasse, GIZ. Study to Develop a Heating Energy Demand Baseline for Existing Residential Buildings in Northern China. 14th Workshop of the BMU Climate Technology Initiative (CTI) Berlin, 26-27 September 2013.

В Северном Китае выделяется 10 типов зданий. Доля экономия энергии по результатам капитального ремонта в них существенно различается. Для разных типов зданий функции распределения достигнутой экономии дают основания для оценки как ее средней величины, так и возможного диапазона разброса. Типичное снижение потребления тепла на цели отопления составляет 30-35%. При этом в здании одного типа (тип 2) получается больший эффект, чем в здании другого типа (тип 3).

Сочетание методов типологии зданий и формирования кривых их распределения по уровню энергоэффективности в рамках каждого типа способно дать наилучший результат.



## 3.6. Сопоставление показателей эффективности использования энергии с зарубежными странами

### 3.6.1. Суммарное потребление энергии

Вопреки широко распространенному мнению, среднее потребление энергии на 1 м<sup>2</sup> жилого здания в России (363 кВт-ч/м<sup>2</sup>) не так уж сильно отличается от средней величины для страны со сходным климатом – Финляндии (320 кВт-ч/м<sup>2</sup>). Конечно, оно существенно выше, чем в среднем по ЕС (220 кВт-ч/м<sup>2</sup>) или в Испании (150 кВт-ч/м<sup>2</sup>), где среднее число градусо-суток отопительного периода существенно ниже. В США удельный расход энергии на 1 м<sup>2</sup> равен 450 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год, в Японии – 300 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год, а для городского населения Китая – примерно 175 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год<sup>24</sup>.

Важно иметь в виду, что данный индикатор скрывает влияние ряда факторов – структуры жилого фонда по этажности, обеспеченности бытовыми приборами и их средней мощностью и качеством используемых энергоресурсов. В России существенно выше доля МКД в структуре жилого фонда, чем в странах ЕС или в США, что должно давать России более низкие удельные расходы. В России также существенно меньше средний размер крупных электробытовых приборов и меньше средняя обеспеченность многими из них, чем в США. В странах ЕС потребление электроэнергии на 1 м<sup>2</sup> варьирует от 30 кВт-ч в Румынии до 170 кВт-ч в Норвегии<sup>25</sup>, а в России оно равно только 41 кВт-ч.

Для ЕС среднее потребление энергии жилыми зданиями на цели отопления равно 12 кгнэ/м<sup>2</sup>/год, или 140 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год<sup>26</sup>. Для централизованного теплоснабжения России оно равно 17 кгнэ/м<sup>2</sup>/год, или 198 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год, а для децентрализованного – соответственно 22,6 кгнэ/м<sup>2</sup>/год, или 263 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год. В среднем по всему жилому фонду получается 19,9 кгнэ/м<sup>2</sup>/год, или 232 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год. Однако прямые сравнения для стран, расположенных в разных климатических зонах, некорректны. Для развитых стран ЕС средние значения расхода энергии на цели отопления равны 0,035-0,06 кВт-ч/м<sup>2</sup>/градусо-сутки<sup>27</sup>, а для России – 0,047 кВт-ч/м<sup>2</sup>/градусо-сутки. При том что доля МКД в Великобритании существенно ниже, чем в России (около 13%), удельный расход энергии на цели отопления там равен только 0,035 кВт-ч/м<sup>2</sup>/градусо-сутки. В Финляндии, Германии и Швеции потребление энергии МКД равно 0,049-0,056 кВт-ч/м<sup>2</sup>/градусо-сутки, в Голландии – 0,038 кВт-ч/м<sup>2</sup>/градусо-сутки, а в России – 0,04 кВт-ч/м<sup>2</sup>/градусо-сутки. То есть для МКД разрыв сравнительно невелик при похожей структуре МКД по этажности.

Индивидуальные жилые дома в ЕС потребляют на 8-28% больше энергии на отопление 1 м<sup>2</sup>, чем МКД. В ЕС они потребляют 0,038-0,064 кВт-ч/м<sup>2</sup>/градусо-сутки против 0,053 кВт-ч/м<sup>2</sup>/градусо-сутки в России. В России индивидуальные жилые здания – в основном, отдельно стоящие. Такие здания потребляют примерно на 15% энергии больше на цели отопления, чем сблокированные здания, которых довольно много в Европе (от 15% в Швеции до 77% в Голландии).

В Европейских странах в жилых зданиях средняя толщина утеплителя на крыше составляет 40-140 мм, на стенах – 30-70 мм, по подвалу – 17-70 мм. В среднем для Европы

<sup>24</sup>Global Energy Assessment. Towards a Sustainable Future. IIASA. Austria. 2012.

<sup>25</sup>Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.

<sup>26</sup>Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.

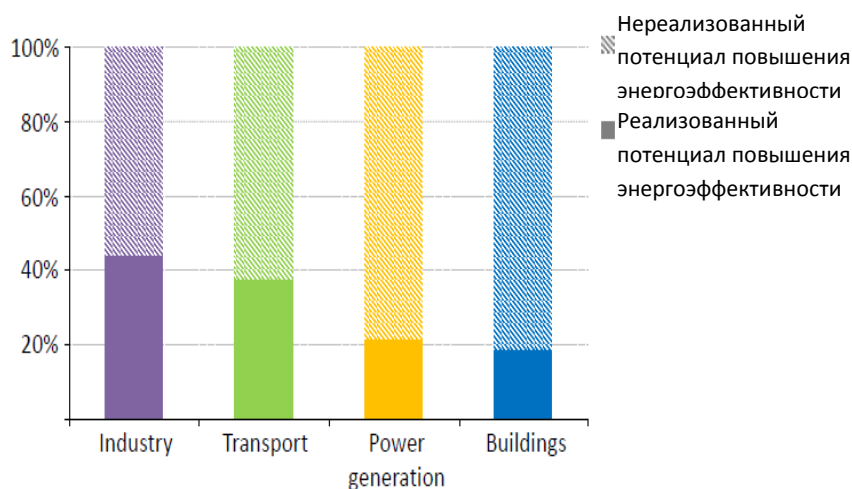
<sup>27</sup>Quantitative evaluation of explanatory factors of the lower energy efficiency performance of France for space heating compared to European benchmarks. Study carried out by Enerdata for ADEME. August 2011.

доля высокоэффективных стеклопакетов равна 2%, стеклопакетов – 13%, двухслойного остекления – 40%, однослойного остекления – 45%. При этом на севере Европы доля высокоэффективных стеклопакетов равна 20%, стеклопакетов – 35%, двухслойного остекления – 40%, однослойного остекления – 5%<sup>28</sup>. В России доля двухслойного остекления близка к 100%, а в городах доля стеклопакетов равна 40-45%. Средняя толщина утеплителя и доля энергоэффективных окон в России ниже, чем и определяется разрыв в уровнях энергоэффективности систем отопления.

Доля индивидуальных жилых зданий, снабжаемых теплом от систем централизованного теплоснабжения, невелика, а удельные расходы энергии существенно зависят от эффективности используемого отопительного оборудования. В ЕС на долю тепловых насосов приходится от 0% в Голландии до 18% в Швеции; на долю конденсационных котлов – от 0% в Швеции до 68% в Голландии. Средняя эффективность теплогенерирующего оборудования в Швеции превышает 100% (из-за высокой доли тепловых насосов), достигает 100% для Голландии (из-за высокой доли конденсационных котлов), а в других странах ЕС равна 77-90%<sup>29</sup>. Для России она равна примерно 75-80% для систем отопления на газе и 55-60% – на других видах топлива.

Таким образом, проблема России не столько в том, что ее здания существенно менее энергоэффективны, чем за рубежом, сколько в том, что, как и за рубежом (рис. 3.11), только малая часть потенциала экономии энергии уже реализована.

**Рисунок 3.11 Доля реализованного потенциала экономии энергии в разных секторах**



Источник: МЭА WEO 2013.

В Калифорнии поставлены задачи сделать все новые жилые здания углеродонейтральными с 2020 г., а все здания сферы услуг – с 2030 г.<sup>30</sup>

<sup>28</sup> Там же.

<sup>29</sup> Quantitative evaluation of explanatory factors of the lower energy efficiency performance of France for space heating compared to European benchmarks. Study carried out by Enerdata for ADEME. August 2011.

<sup>30</sup> RAP. 2012. Best Practices in Designing and Implementing Energy Efficiency Obligation Schemes. Research Report. Task XXII of the International Energy Agency Demand Side Management Programme. Report prepared by The Regulatory Assistance Project. June 2012.

## 4. Оценка потенциала экономии энергии в жилищном секторе

### 4.1. Определение понятий технического, экономического и рыночного потенциала экономии энергии

В зависимости от цели исследования существует практика определения потенциала повышения энергоэффективности по сравнению с «практическим минимумом»<sup>31</sup> или со «средним потреблением за рубежом». В данной работе будут приведены расчеты с использованием обоих подходов. Существуют три основных определения потенциала экономии энергии:

**Технический (технологический) потенциал** оценивается при допущении, что все оборудование мгновенно меняется на лучшие образцы, соответствующие «практическому минимуму» удельному расходу. Технический потенциал показывает только гипотетические возможности энергосбережения без учета затрат и других ограничений на его реализацию.

**Экономический потенциал** – часть технического потенциала, которая экономически привлекательна при использовании общественных критериев принятия инвестиционных решений.

**Рыночный потенциал** – часть экономического потенциала, использовать которую целесообразно при применении частных критериев принятия инвестиционных решений в реальных рыночных условиях (фактические цены на оборудование и энергоносители, налоги и т.п.).

### 4.2. Оценка потенциала

При расчете технического потенциала в жилых зданиях использовались два подхода, разница между которыми состояла в следующем. В первом случае индивидуально отапливаемые жилые здания были «приравнены к пассивным», для которых предусматривается дополнительное использование электрической энергии на дообогрев и кондиционирование из расчета не более 15 кВт·ч/м<sup>2</sup>/год. Во втором случае было принято допущение об их соответствии удельному расходу потребления энергии на цели отопления, требуемому в СП 50.13300.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003». Также при расчете технического потенциала использовались следующие допущения:

<sup>31</sup> Энергоэффективность в России: скрытый резерв. Группа Всемирного банка и ЦЭНЭФ. М., 2008; I. Bashmakov, K. Borisov, M. Dzedzichok, A. Lunin, I. Gritsevich. Resource of energy efficiency in Russia: scale, costs and benefits, CENEf. 2008, [www.cenef.ru](http://www.cenef.ru); Energy technology perspectives 2010. Scenarios and strategies to 2050. IEA/OECD. Paris. 2010; Energy technology transitions for industry. Strategies for the next industrial revolution. IEA/OECD. Paris. 2009.



- в качестве практического минимума для многоквартирных зданий были использованы средневзвешенные по распределению жилых зданий по этажности нормативы СП 50.13300.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»;
- система централизованного горячего водоснабжения на 30% энергоэффективнее существующей;
- практический минимум для холодильников с наиболее популярным объемом холодильной и морозильной камер составляет 0,5 кВт-ч/сутки;
- практический минимум для стиральных машин с загрузкой до 5 кг составляет 0,57 кВт-ч/цикл;
- практический минимум для телевизоров составляет 61 кВт-ч/год;
- все источники света в жилых зданиях – компактные люминесцентные лампы (КЛЛ);
- потребление электроэнергии прочими электробытовыми приборами остается неизменным;
- все используемое газовое оборудование – энергоэффективное.

Технический потенциал экономии конечной энергии в жилых зданиях составляет в соответствии с первым подходом 88575 тыс. тут, или 60% (подробнее см. табл. 4.1); со вторым – 77205 тыс. тут, или 52%.

**Таблица 4.1 Оценка технического потенциала в жилищном секторе (тыс. тут)**

Метод оценки	Тепловая энергия	Электрическая энергия	Природный газ	Уголь	Прочие виды твердого топлива	Всего
Оценка потенциала для МКД – по нормативам СП 50.13300.2012, а по ИОЗ – в сравнении с «пассивным» зданием	27359	10021	47901	2796	497	88574
Оценка потенциала для МКД и по ИОЗ в сравнении с требованиями СП 50.13300.2012	27359	12283	35230	1957	376	77205

Источник: оценка ЦЭНЭФ.

При использовании первого подхода технический потенциал по электроэнергии меньше, что связано с предпосылкой о необходимости использования дополнительных 15 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год электрической энергии на отопление и охлаждение «пассивных» зданий.

Оценка экономического и рыночного потенциала производится на базе кривых стоимости энергии, сформированных в соответствии с удельными приростными капитальными вложениями. Приростные капитальные вложения определяются как разница между затратами на установку и приобретение высокоэффективного оборудования или здания и затратами на приобретение оборудования или здания средних классов энергоэффективности. В случае использования возобновляемых источников энергии вычитаются затраты на установку традиционных систем отопления, горячего водоснабжения, газоснабжения и электроснабжения. При строительстве «пассивных» зданий и зданий с низким потреблением энергии вычитаются затраты на систему



теплоснабжения. Со временем удельные затраты на единицу экономии энергии заметно снижаются, что хорошо видно по кривым обучения («learning curves»)<sup>32</sup>.

Данные по затратам для типовых мероприятий были взяты из различных доступных источников, включая преискурранты поставщиков оборудования, отчеты компаний и аналитические работы в сфере повышения энергоэффективности и более конкретно – формирования кривых экономии энергии<sup>33</sup>. Полученные данные в зависимости от мероприятия имеют определенный диапазон значений, из которого выбиралось среднее. Затраты относились на единицу экономии конечной энергии, выраженной в тоннах условного топлива<sup>34</sup>.

Для определения экономического и рыночного потенциалов оценивалась стоимость экономии энергии (CSE) по следующей формуле:<sup>35</sup>

$$CSE = \frac{CRF * Cc + Cop}{ASE} \quad (4.1),$$

где:

Cc – приростные капитальные затраты на реализацию энергосберегающего мероприятия;

Cop – изменение эксплуатационных издержек или дополнительные эффекты (рост выпуска, повышение качества и т.п.);

ASE – годовая экономия конечной энергии;

<sup>32</sup> Affordable Green: Renewing the Federal Commitment to Energy-Efficient, Healthy Housing. U.S. Department of Housing and Urban Development. PROGRESS REPORT AND ENERGY ACTION PLAN REPORT TO CONGRESS. Section 154. Energy Policy Act of 2005. December 2012; Study on the Energy Savings Potentials in EU Member States, Candidate Countries and EEA Countries. Final Report for the European Commission. Directorate-General Energy and Transport. EC Service Contract Number TREN/D1/239-2006/S07.66640. Project Partners: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (Fraunhofer ISI) (Coordinator), ENERDATA (Grenoble, France), Institute of Studies for the Integration of Systems ISIS (Rome, Italy), Technical University (Vienna, Austria), Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy WI (Wuppertal, Germany). Karlsruhe/Grenoble/Rome/Vienna/Wuppertal, 15. March 2009, revised; TECHNOLOGY DATA FOR ENERGY PLANTS. Individual Heating Plants and Energy Transport Danish Energy Agency and Energinet.dk. May 2012; One-stop-shop service for sustainable renovation of single-family house. Summary Report. NORDIC INNOVATION REPORT 2012:21 // AUGUST 2012.

<sup>33</sup> В далеко не полный список использованных источников входят: World Energy Outlook.2012. IEA/OECD. Paris. 2012; Energy technology perspectives. 2010. Scenarios & Strategies to 2050. OECD/IEA. 2010; Promoting energy efficiency investments. Case studies for residential sector. OECD/IEA. 2008; California's Secret Energy Surplus: The Potential For Energy Efficiency. Prepared by XENERGY Inc. Principal Investigators: Michael Rufo and Fred Coito; Oakland, California. Prepared for The Energy Foundation and The Hewlett Foundation. September 23, 2002; M. Weiss, M. Junginger, and M.K. Patel. Learning energy efficiency – experience curves for household appliances and space heating, cooling, and lighting technologies. Utrecht University. Utrecht, 31 May 2008; J. Sathaye and S. Murtishaw. LBNL. Market Failures, Consumer Preferences, and Transaction Costs in Energy Efficiency Purchase Decisions. November 23, 2004. K.B. Wittchen and J. Kragh. Danish building typologies. Participation in the TABULA project. Danish Building Research Institute, Aalborg University 2012; I. Andresen, K.E. Thomsen. Nordic Analysis of Climate Friendly Buildings Summary Report. September 1, 2010; Modernizing building energy codes to secure global energy future. Policy Pathways. IEA. 2013; Tracking Clean Energy Progress 2013. IEA Input to the Clean Energy Ministerial. IEA. 2013; Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012; U. Pillai and J. McLaughlin. A model of completion in the solar panel industry. Energy economics. 40, (2013); G. Barbose, N. Darghouth, S. Weaver, and Ryan Wiser. Tracking the Sun VI. An Historical Summary of the Installed Price of Photovoltaics in the United States from 1998 to 2012. LBNL. July 2013.

<sup>34</sup> В действительности, экономия конечной энергии приносит мультипликативный эффект в виде экономии первичной энергии (с учетом снижения энергетических расходов на производство, переработку и транспортировку энергетических ресурсов).

<sup>35</sup> См. Resource of energy efficiency in Russia: scale, costs and benefits, [www.cenef.ru](http://www.cenef.ru).



CRF – коэффициент приведения капитальных вложений (нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений), который рассчитывается по формуле:

$$CRF = \frac{dr}{1 - (1 + dr)^{-n}} \quad (4.2),$$

где  $dr$  – норма дисконтирования, а  $n$  – срок службы оборудования.

При оценке экономического потенциала использовалась норма дисконтирования 6%, а при расчете рыночного – 12% и 33%. Для каждого вида оборудования был использован ожидаемый срок его службы.

Дополнительные затраты или выгоды ( $C_{op}$ ) могут включать годовое изменение эксплуатационных издержек, устранение действия внешних факторов, имеющих отношение к конкретному энергосберегающему проекту, и ряд других. Выгоды (например, необходимость реже менять источники света по причине более длительных сроков службы энергоэффективных ламп и т.п.) отражены в виде отрицательных издержек в  $C_{op}$ .

Оценка дополнительных затрат и выгод ( $C_{op}$ ) крайне важна для оценки кривой стоимости экономии энергии (КСЭЭ), хотя и довольно сложна. В специальном исследовании по оценке дополнительных эффектов от реализации 81 энергосберегающего проекта в США получен вывод, что они увеличивают эффект от реализации проектов в среднем на 44% и снижают срок окупаемости таких проектов до 1 года. Именно наличие таких эффектов может приводить к тому, что стоимость экономии энергии может быть отрицательной<sup>36</sup>. Обоснованию дополнительных затрат и выгод необходимо уделять специальное внимание. В данной работе максимально учитываются появляющиеся дополнительные эффекты, а не только приростные капитальные затраты ( $C_c$ ). Таким образом, по каждому предлагаемому мероприятию имеется стоимость его реализации с учетом всех затрат и выгод, выраженная на единицу сэкономленной энергии (подробнее см. рис. 4.1).

Для каждого мероприятия оценивался масштаб экономии конечной энергии на основе предположения об объеме его применения. Ранжирование этих мер по стоимости экономии энергии позволяет построить кривую экономии энергии. В действительности, строятся две или три кривые: для общественной (6%) и частной (12% и 33%) нормы дисконтирования.

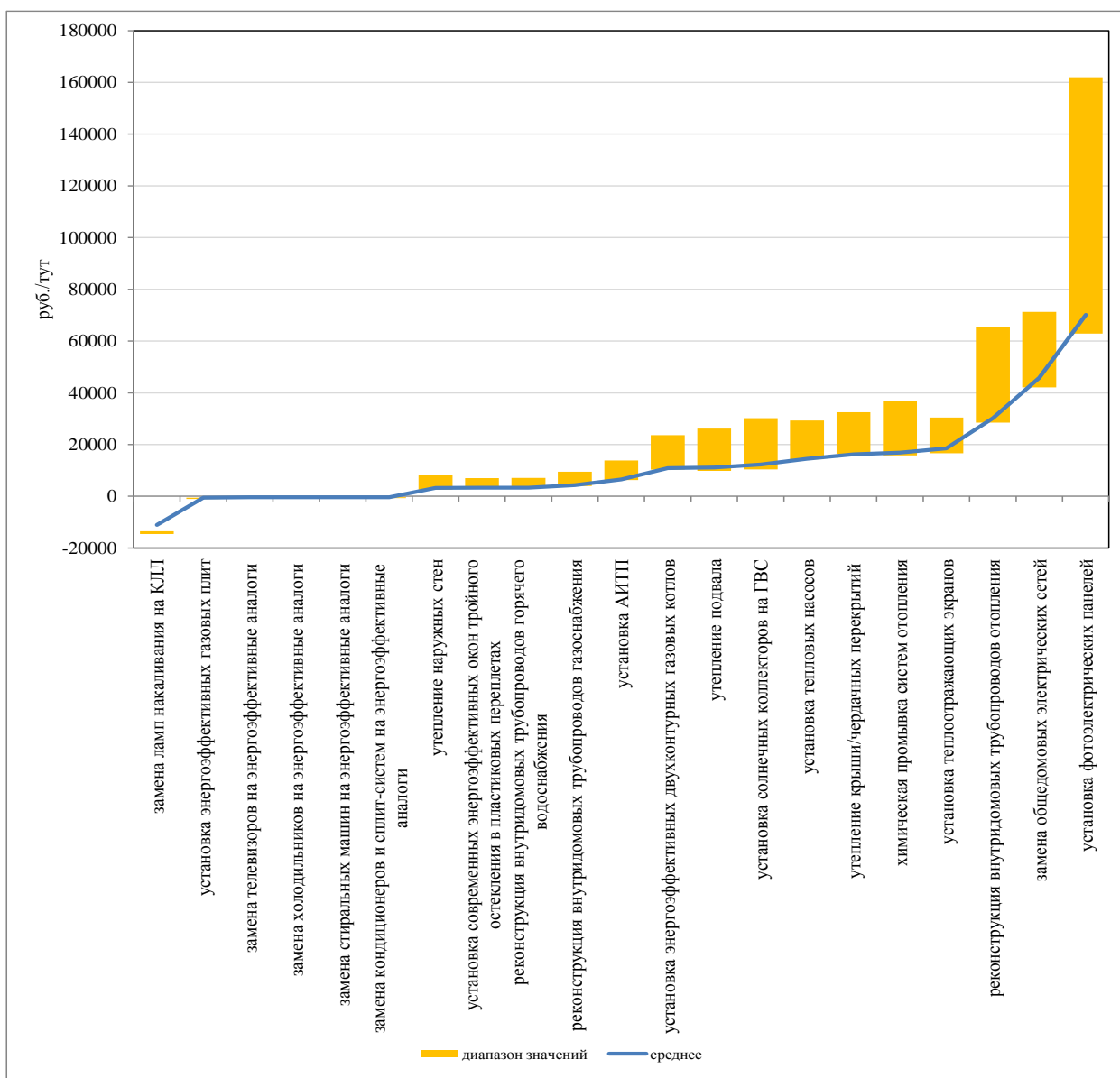
Отличие экономического потенциала от рыночного, помимо прочего, состоит в учете внешних факторов, самый значимый из которых – учет цен экспортируемого природного газа в качестве потенциальной экономической выгоды от экономии энергии в жилищном секторе. В качестве дополнительных могут рассматриваться другие эффекты (например, повышение качества жизни, отсутствие необходимости в содержании большой протяженности электрических сетей в случае широкого распространения фотоэлектрических модулей и т.п.).

Для ответа на вопрос, представляет ли техническая мера интерес с точки зрения экономической или рыночной эффективности, стоимость экономии энергии (CSE) сравнивается с ценой конечной энергии. При оценке экономического потенциала выявляются выгоды для общества. Поэтому используется низкий коэффициент дисконтирования затрат – 6%, а сравнение происходит с разными ценами на природный газ: розничной ценой для населения, средней экспортной ценой и прогнозной экспортной ценой по оценкам МЭА для Европы в 2035 г.<sup>37</sup>

<sup>36</sup> R. Lung, A. McKane, R. Leach, D. Marsh. Ancillary Savings and Production Benefits in the Evaluation of Industrial Energy Efficiency Measures, 2005. ACEEE 2005.

<sup>37</sup> World Energy Outlook 2011 – Global Energy Trends, p. 64.

**Рисунок 4.1 Диапазон значений удельных затрат для различных мероприятий на единицу экономии**



В качестве основных мероприятий для реализации технического потенциала в жилищном секторе предлагаются:

- утепление крыши/чердачных перекрытий с гидроизоляцией;
- утепление перекрытий подвалов;
- утепление наружных стен;
- монтаж энергоэффективных окон тройного остекления в пластиковых переплетах;
- реконструкция внутридомовых трубопроводов отопления;
- реконструкция внутридомовых трубопроводов горячего водоснабжения;
- реконструкция внутридомовых трубопроводов газоснабжения;

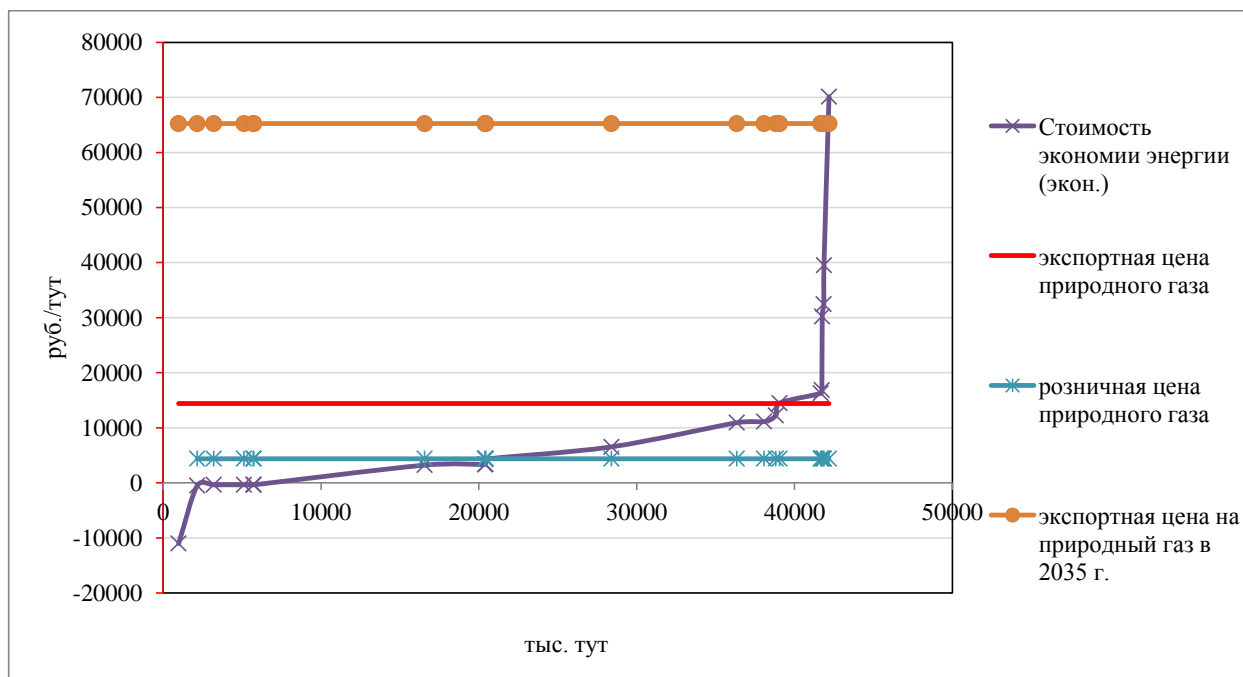


- установка автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов в многоквартирных домах;
- химическая промывка систем отопления в многоквартирных зданиях;
- установка теплоотражающих экранов за радиаторами;
- замена ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы;
- замена холодильников и морозильников на энергоэффективные аналоги;
- замена стиральных машин на энергоэффективные аналоги;
- замена телевизоров на энергоэффективные аналоги;
- замена кондиционеров и сплит-систем на энергоэффективные аналоги;
- замена общедомовых электрических сетей и оборудования в ВРУ;
- установка энергоэффективных двухконтурных газовых котлов;
- установка энергоэффективных газовых плит;
- установка солнечных коллекторов;
- установка тепловых насосов;
- установка фотоэлектрических модулей.

Совокупная реализация этих мероприятий позволила бы сэкономить топливно-энергетические ресурсы в объеме 42186 тыс. тут (подробнее см. табл. 4.2).

Экономический потенциал экономии энергии при расчете по розничной цене природного газа – 20433 тыс. тут; по экспортной цене природного газа – 38819 тыс. тут; и по прогнозной цене природного газа на 2035 г. – 41866 тыс. тут (рис. 4.2).

**Рисунок 4.2 Оценка экономического потенциала экономии топливно-энергетических ресурсов в жилищном секторе**



Источник: Оценки ЦЭНЭФ





**Таблица 4.2 Объемы экономии и стоимость мероприятий для реализации потенциала энергосбережения в жилищном секторе**

Технологические меры	Розничная цена на ПГ, руб./тут	Экспортная цена на ПГ, руб./тут	Экспортная цена на ПГ в 2035 г. по прогнозам МЭА, руб./тут	Стоимость экономии энергии по приростным затратам (руб./тут) при норме дисконтирования			Объем экономии конечной энергии, тыс. тут	Кумулятивный объем экономии энергии, тыс. тут
				6%	12%	33%		
замена ламп накаливания на КЛЛ	4370	14407	65258	-11033,7	-12893,4	-20188,9	981,0	981,0
установка АИТП	4370	14407	65258	6539,5	8518,4	16856,5	7969,3	8950,4
реконструкция внутридомовых трубопроводов горячего водоснабжения	4370	14407	65258	3361,0	5161,0	12764,1	22,9	8973,3
химическая промывка систем отопления	4370	14407	65258	16865,1	18769,3	25874,9	65,5	9038,8
утепление наружных стен	4370	14407	65258	3214,8	5493,5	14605,7	10822,8	19861,7
установка современных энергоэффективных окон тройного остекления в пластиковых переплетах	4370	14407	65258	3312,4	5398,7	13984,4	3827,9	23689,6
реконструкция внутридомовых трубопроводов газоснабжения	4370	14407	65258	4294,9	6595,2	16311,0	10,0	23699,6
реконструкция внутридомовых трубопроводов отопления	4370	14407	65258	30194,5	33603,6	46325,1	22,2	23721,8
установка энергоэффективных двухконтурных газовых котлов	4370	14407	65258	10920,1	14224,8	28148,5	7942,8	31664,5
установка солнечных коллекторов на ГВС	4370	14407	65258	12256,5	15965,6	31593,3	749,9	32414,4
установка теплоотражающих экранов	4370	14407	65258	32459,6	37930,6	59393,2	98,9	32513,3
утепление подвала	4370	14407	65258	11115,7	18994,7	50501,7	1724,0	34237,3
установка тепловых насосов	4370	14407	65258	14478,0	23597,4	61124,7	239,9	34477,2
утепление крыши/чердачных перекрытий	4370	14407	65258	16255,4	27777,5	73852,7	2609,9	37087,1
установка энергоэффективных газовых плит	4370	14407	65258	-516,3	-672,5	-1330,8	1179,8	38266,8



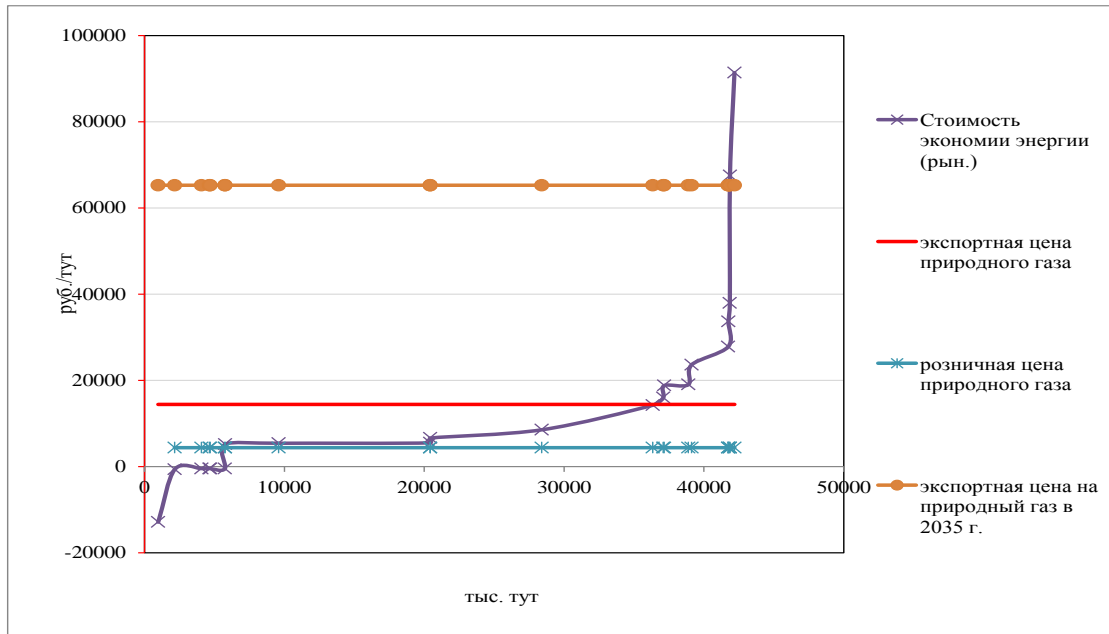
Технологические меры	Розничная цена на ПГ, руб./тут	Экспортная цена на ПГ, руб./тут	Экспортная цена на ПГ в 2035 г. по прогнозам МЭА, руб./тут	Стоимость экономии энергии по приростным затратам (руб./тут) при норме дисконтирования			Объем экономии конечной энергии, тыс. тут	Кумулятивный объем экономии энергии, тыс. тут
				6%	12%	33%		
замена общедомовых электрических сетей	4370	14407	65258	39493,6	67487,4	179430,3	10,6	38277,4
замена холодильников на энергоэффективные аналоги	4370	14407	65258	-365,5	-476,1	-942,2	1907,5	40184,9
установка фотоэлектрических панелей	4370	14407	65258	70129,2	91351,6	180769,5	319,8	40504,7
замена стиральных машин на энергоэффективные аналоги	4370	14407	65258	-365,5	-476,1	-942,2	587,7	41092,5
замена кондиционеров и сплит-систем на энергоэффективные аналоги	4370	14407	65258	-365,5	-476,1	-942,2	39,6	41132,0
замена телевизоров на энергоэффективные аналоги	4370	14407	65258	-365,5	-476,1	-942,2	1053,5	42185,6

Источник: Оценки ЦЭНЭФ.



На рис. 4.3 показан рыночный потенциал экономии энергии при расчете по ставке 12% и розничной цене природного газа 5749 тыс. руб./тут; экспортной цене природного газа 36345 тыс. руб./тут и прогнозной цене природного газа на 2035 г. 41855 тыс. руб./тут.

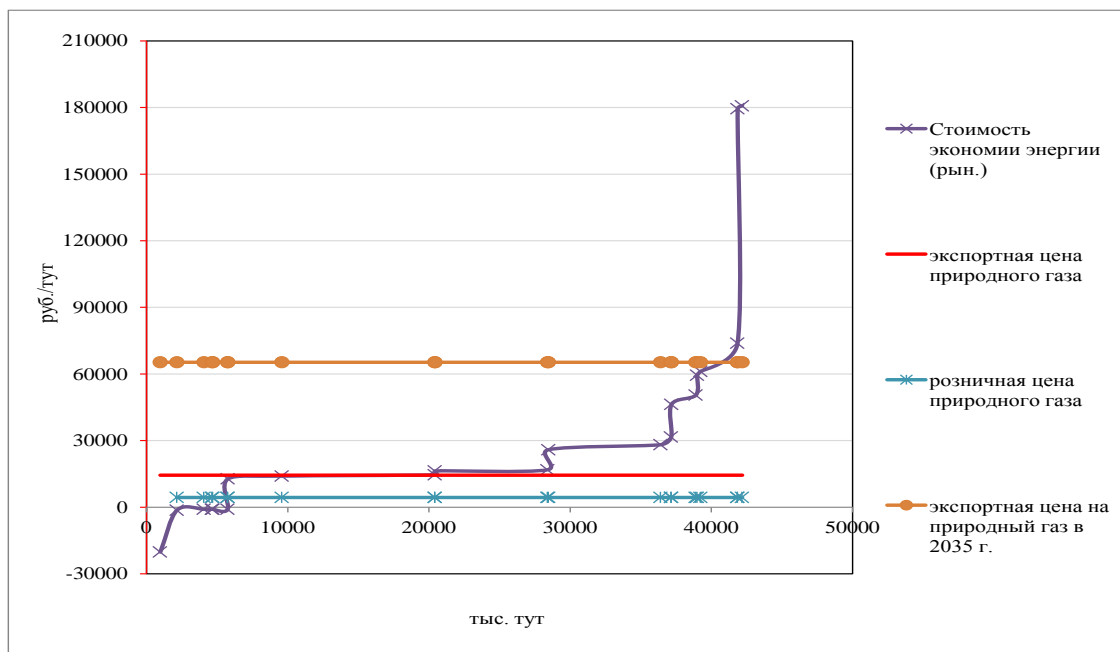
**Рисунок 4.3 Оценка рыночного потенциала экономии топливно-энергетических ресурсов в жилищном секторе при ставке 12%**



Источник: Оценки ЦЭНЭФ

На рис. 4.4 показан рыночный потенциал экономии энергии при расчете по ставке 33% и розничной цене природного газа 5749 тыс. руб./тут; экспортной цене природного газа 9600 тыс. руб./тут и прогнозной цене природного газа на 2035 г. 39245 тыс. руб./тут.

**Рисунок 4.4 Оценка рыночного потенциала экономии топливно-энергетических ресурсов в жилищном секторе при ставке 33%**



Источник: Оценки ЦЭНЭФ

## 5. Анализ барьеров на пути повышения энергоэффективности в зданиях

Потенциал энергосбережения подобен запасам нефти и газа: он может быть большим, но, пока «скважина» не пробурена, он так и остается в «недрах». Чтобы начать его освоение, необходимо пройти плотные породы барьеров на пути повышения энергоэффективности. Эти барьеры имеют очень разную природу: ценовые и финансовые; барьеры, связанные со структурой и организацией экономики и рынка; институциональные; социальные; культурные; поведенческие и т.д. Практически все они устранимы с помощью целевых мер политики повышения энергоэффективности. Чтобы такая политика была максимально эффективна, необходимо четко и ясно понять, что более всего мешает внедрению энергоэффективных технологий и стереотипов поведения.

Все барьеры на пути повышения энергоэффективности можно разделить на четыре большие группы: недостаток мотивации; недостаток информации; недостаток финансовых ресурсов и «длинных» денег и недостаток организации и координации. Прежде был еще пятый барьер – недостаток технологий. Но сегодня серьезность такого ограничения не так велика, как раньше. Рынок предлагает широкий выбор энергоэффективного оборудования, материалов и консультационных услуг.

**Недостаток мотивации** определяется мягкими бюджетными ограничениями, изъятием получаемой экономии в корпоративном, бюджетном и тарифном процессах, сравнительно низкими тарифами. Ограниченность конкуренции при возможности переложить рост затрат на потребителя (до достижения предела его платежной способности), перекрестное субсидирование, отсутствие средств учета и регулирования потребления – все это снижает мотивацию к энергосбережению. Экономические механизмы выстроены так, что получатель экономии часто не определен и не оформлен институционально. Это особенно касается МКД. Не всегда можно получить ясный ответ на простой вопрос: кому лично выгодна экономия энергии?

Существенной проблемой является изъятие экономии в корпоративном, бюджетном и тарифном процессах. В таких условиях повышение цен на энергоносители мотивирует не к повышению эффективности их использования, а к обоснованию дальнейшего роста тарифов или к дополнительным запросам на финансирование. Показатели энергоэффективности должны входить в состав показателей, используемых для бюджетирования по результату, и использоваться органами управления для оценки деятельности операторов промышленных энергетических систем.

Отсутствие средств финансовой поддержки мер по повышению энергоэффективности из бюджетов разных уровней делает деятельность в этой сфере политически малозаметной для вышестоящих органов власти и управления и очень вялой.

**Недостаток информации.** Информационное и мотивационное обеспечение подготовки и реализации решений часто игнорируется. Этот аспект подготовки принятия решений еще недостаточно осознан. Информация необходима для принятия грамотного и своевременного решения. Немногие позволяют себе роскошь тратить время и деньги на поиск информации, большинство действует по стереотипам. Стереотипы поведения («Делай, как все!») так широко распространены именно потому, что они избавляют как от поиска информации, так и от принятия самостоятельных решений. Население мерзнет в домах, не утруждая себя простыми мерами утепления, с помощью которых можно повысить температуру в комнатах на 3-5°C; промышленные компании и муниципалитеты борются за лимиты газа, вместо того чтобы реализовывать программы энергосбережения.

Одна лишь ценовая информация, порождаемая рынком, недостаточна для ускорения процесса повышения энергоэффективности. Рыночные сигналы должны лечь на подготовленную почву, пройти по расчищенным каналам, только тогда они будут восприняты, при условии что существует техническая возможность реагировать на рыночные сигналы. Во многих случаях техническая эластичность по цене на энергоносители (например, при централизованном отоплении МКД) практически равна нулю. Внедрение стандартов энергоэффективности ставит барьер для выхода на рынок малоэффективных технологий и оборудования и поэтому является весьма эффективным в тех секторах, где информационный барьер наиболее значим.

**Недостаток финансовых ресурсов и «длинных» денег** определяет недостаточное финансирование деятельности по повышению энергоэффективности и недофинансирование расходов на поддержание систем энергоснабжения в работоспособном состоянии. В банковском сообществе требования к окупаемости проектов по повышению энергоэффективности и снижению издержек существенно более жесткие, чем требования к проектам нового строительства. Банки не кредитуют предприятия энергоснабжения, имеющие большую задолженность. Больше всего страдают от низкой энергоэффективности именно те, кто находится в самом тяжелом финансовом положении и в силу этого не располагает собственными средствами для решения проблемы и не может привлечь заемные средства. Для них непреодолим тест на финансовую устойчивость. Но они могли бы работать по схеме залога в форме потока платежей потребителей за коммунальные услуги, который контролирует банк-кредитор.

**Недостаток организации и координации** имеет место на всех уровнях принятия решений.

Для сектора зданий существуют специфические барьеры на пути повышения энергоэффективности.

К **технологическим барьерам** относятся недостаток навыков проектирования, нехватка материалов и технологий для строительства и опыта эксплуатации энергоэффективных зданий. Также к этой группе барьеров можно отнести недостаточный контроль качества и соблюдения технологии строительства или реконструкции.

При строительстве зданий особенно важен **разрыв в мотивации** (проблема «принципал-агент»). Дополнительные меры по повышению энергоэффективности могут вести к удорожанию строительства, что может противоречить интересам строителей и девелоперов, желающих быстрее продать жилье. Большие счета за энергию будет оплачивать жители, которые не могут влиять на выбор энергоэффективных решений. Эта же проблема возникает при сдаче жилья в аренду. В этом случае жильцы не мотивированы устанавливать энергоэффективное оборудование, которое они не смогут забрать при переезде.

**Неопределенность ожидаемого эффекта.** Оценки экономии энергии – это прогноз. Отсутствие типологии жилых зданий, статистики по экономии энергии на типовых зданиях, стандартизированных протоколов измерения и проверки экономии осложняет получение надежных оценок ожидаемой экономии, которая также существенно зависит от способа эксплуатации зданий. Инвесторы и покупатели не могут быть уверены в потенциальном объеме энергосбережения.

**Стоимость установки оборудования и строительства зданий.** Более энергоэффективное оборудование часто, но не всегда, требует дополнительных капитальных затрат. При экономическом анализе они должны оцениваться как приростные затраты, то есть как разность стоимости энергоэффективного образца и образца со средними или низкими характеристиками энергоэффективности. Часто при принятии решения об использовании энергоэффективного оборудования такой расчет не производится, и

оцениваются полные затраты, которые сравниваются с эффектом от экономии энергии. Это приводит к кратному завышению сроков окупаемости затрат в повышение энергоэффективности и порождает мнение, что затраты в повышение энергоэффективности в зданиях окупаются медленно.

**Высокая доля малоимущих семей.** Для малоимущих семей ключевым фактором является стоимость приобретения оборудования или здания. Затраты на покупку энергоэффективного оборудования часто воспринимаются как неподъемные (при условии отсутствия субсидирования или льготных кредитов). В итоге именно малоимущие используют самое дешевое и самое энергорасходительное оборудование и расходуют на его эксплуатацию непропорционально высокую долю своих доходов.

**Малый размер проекта.** Удельная стоимость энергоэффективного здания или оборудования тем выше, чем меньше закупаемая партия. В жилищном секторе закупки часто осуществляются в единичных экземплярах, что существенно увеличивает стоимость улучшений по сравнению с оптовыми закупками. На такие проекты сложнее привлечь внешнее финансирование, а условия его привлечения намного менее привлекательны, чем в случае с потребителями крупных партий оборудования. Этот барьер можно преодолеть при реализации таких программ, как строительство индивидуального жилья по типовым проектам на условиях «под ключ» при существенном повышении требований к уровню энергоэффективности возводимых зданий. Эта проблема решается в рамках схемы обязательств ресурсоснабжающих компаний по экономии энергии у своих потребителей (схемы «белых сертификатов и стандартов по экономии энергии у потребителей»). Они имеют возможность производить оптовые закупки оборудования по существенно более низким ценам.

**Низкие и субсидируемые цены на энергию.** Суждение о значимости тарифов следует выносить на основе определения доли расходов на энергоносители в доходах домохозяйств, а не сопоставляя слепо тарифы в России с тарифами в других странах. Потребитель реагирует на рост доли затрат на энергию в доходах. Если он может компенсировать увеличение тарифов повышением энергоэффективности, то удорожание энергии не тормозит экономический рост, не разгоняет инфляцию и не снижает платежную дисциплину. По мере роста доходов населения тарифы могут расти. При условии близости доли расходов на ЖКУ к пороговым значениям (глава 2) жители имеют стимулы к использованию энергоэффективных решений.

**Низкая платежная дисциплина.** При низкой платежной дисциплине у населения теряются стимулы экономить энергоресурсы. Если нет возможности отключать неплательщиков, то повышение тарифов может приводить не к более эффективному использованию ресурсов, а к росту задолженности перед поставщиками. Из советского прошлого сохранилось восприятие права на коммунальные услуги для каждого независимо от дисциплины платежей.

**Восприятие высоких рисков.** Банки имеют мало опыта по кредитованию проектов по повышению энергоэффективности в жилых зданиях. Коммерческие банки обычно выбирают инвестиции со сравнительно низким уровнем риска. Инвестиции в энергоэффективность индивидуальных зданий воспринимаются ими как очень рискованные.

**Слабая база статистики по жилым зданиям.** Для формирования программ и проектов по повышению энергоэффективности в зданиях нужен большой объем статистической информации по: структуре жилого фонда по срокам ввода, параметрам благоустройства, этажности, материалам стен, техническому состоянию; по потреблению энергии; по обеспеченности приборами учета и бытовыми приборами и их парку, а также по их техническим характеристикам; по нормам и объемам потребления коммунальных ресурсов; уровню удовлетворенности коммунальными услугами и др. Без нее сложно как

разрабатывать программы повышения энергоэффективности, так и проводить их мониторинг.

**Слабая информированность потребителей и низкий уровень доверия** мешают принимать правильные инвестиционные и эксплуатационные решения и являются важными барьерами на пути повышения энергоэффективности. Препятствия возникают в форме асимметрии информированности, отсутствия информации, сложности ее подачи и восприятия для неподготовленного потребителя. Потребители часто не доверяют предоставляемой информации и имеют предубеждение в отношении новых технологий. Даже заинтересованный потребитель, финансисты и застройщики могут отказаться от намеченных планов при отсутствии профессиональной поддержки, поскольку незнакомы с проектами в области энергоэффективности и их характеристиками. Характер представления информации может быть слишком сложным, избыточным специальными терминами, что затрудняет ее понимание.

**Неполнота мер политики повышения энергоэффективности и недостаточность финансирования.** Наличие мер политики, способствующих повышению энергоэффективности, и их финансирование является одним из важнейших условий стимулирования энергосбережения в зданиях. Справедливо и обратное: при отсутствии мер политики и особенно схем софинансирования процесс повышения энергоэффективности будет идти медленно (см. главу 8). Страны СНГ чаще всего сталкиваются со следующими барьерами, связанными с недостатками мер политики<sup>38</sup>:

- ✓ низкая приоритетность: правительство не считает развитие энергоэффективности приоритетным направлением;
- ✓ низкая информированность: правительство не осознает связи между энергоэффективностью и повышением энергетической безопасности, экономическими выгодами;
- ✓ неполные меры: правительство недооценивает потенциал улучшения;
- ✓ недостаток мер, нацеленных на решение проблемы «принципал-агент» в частных ситуациях, когда правительство является владельцем или покупателем энергетических услуг<sup>39</sup>;
- ✓ отсутствие четких количественных мер и целей в сфере повышения энергоэффективности;
- ✓ недостаточная политическая поддержка: законы не проходят обсуждение в парламенте;
- ✓ плохая реализация мер: одобренные нормативные акты не применяются на практике или искажаются.

**Нехватка кадров.** Кадры решают все..., но не всегда правильно. Повышение энергоэффективности в зданиях требует большого числа подготовленных специалистов в органах власти, в научных учреждениях, архитекторов, проектировщиков, строителей, производителей строительных материалов и оборудования, в финансовых институтах, консультационных компаниях, ресурсоснабжающих компаниях, сервисных компаниях, жилищных компаниях и ТСЖ, информационных агентствах и т.п. Эти кадры нужно заблаговременно готовить. Дефицит подготовленных кадров способен заметно сдерживать прогресс в сфере повышения энергоэффективности в зданиях.

<sup>38</sup> ECS (2008) “Energy Efficiency in the Public Sector. Policies and Programmes in ECT Member Countries”.

<sup>39</sup> Подробно эта проблема описана в публикации МЭА Mind the Gap: Quantifying Principal-Agent Problems in Energy Efficiency, OECD/IEA, Paris, 2007.

## 6. Модели, используемые в работе

### 6.1. Краткое описание модели RES-RUS

#### 6.1.1. Общая логика моделирования и исходные данные для оценки параметров модели

Модель потребления энергии населением (RES-RUS) состоит из нескольких блоков: модели энергопотребления на отопление жилых зданий; модели потребления энергии на нужды горячего водоснабжения; модели потребления энергии на нужды приготовления пищи и модели потребления энергии бытовыми электроприборами.

Пользователь модели, задавая набор мер и интенсивность их реализации, может управлять параметрами темпа снижения удельного расхода энергии на 1 м<sup>2</sup> жилой площади жилых зданий и уровнем снижения потребления энергии на 1 м<sup>2</sup> вновь строящихся зданий. В модели работают также фактор цен на энергоносители и параметр климата (число градусо-суток отопительного периода). Динамика цен может существенно корректировать поведение бытовых потребителей.

На масштабы и структуру потребления энергии в жилом секторе важное влияние оказывают:

- ✓ параметры благоустройства жилого фонда;
- ✓ параметры жилищного строительства, сноса ветхого и аварийного жилья, а также капитального ремонта жилых домов.

Среди параметров, отражающих результативность политики повышения энергоэффективности в жилом секторе, можно выделить:

- требования по энергоэффективности для многоквартирных зданий;
- требования по энергоэффективности для индивидуальных зданий;
- требования к минимальной энергоэффективности проектов капитального ремонта многоквартирных жилых зданий;
- наличие и эффективность программ по утеплению домов и квартир;
- наличие программ по росту оснащенности потребителей приборами учета расхода горячей воды и газа;
- стандарты энергоэффективности бытовых приборов;
- долю энергоэффективных ламп в структуре продаж осветительных приборов;
- долю плазменных ТВ в структуре продаж телевизоров;
- долю замены старых холодильников и стиральных машин новыми, более энергоэффективными.

Классифицируя меры политики по повышению энергоэффективности в зданиях, проект ODYSSEE называет низкоэффективными меры, дающие экономию менее 0,1% от суммарного потребления энергии в зданиях, среднеэффективными – от 0,1% до 0,5% и



высокоэффективными – дающие эффект более 0,5%<sup>40</sup>. В рамках модели RES-RUS принята такая же классификация.

В структуре мер по повышению энергоэффективности в Европе в 90-х годах преобладали нормативные административные меры, такие как введение требований по повышению энергоэффективности зданий и стандарты на бытовое оборудование, запрет на продажу определенных видов оборудования. В нулевых годах на первое место вышли меры экономического стимулирования строительства энергоэффективных зданий и приобретения энергоэффективного оборудования. За ними следуют нормативные информационные меры (маркировка энергоэффективности зданий и оборудования) и образовательно-информационные программы. Сравнительно невелика доля мер тарифного и налогового стимулирования. В целом, эксперты ODYSSEE-MURE показывают, что чем больше реализуется мер, тем больше получаемый эффект. Самый большой эффект дают нормативные административные меры (СНиП для зданий и стандарты для бытового оборудования). В последние годы также вырос вклад мер экономического стимулирования<sup>41</sup>.

Важное влияние на динамику энергоэффективности и уровни энергопотребления жилых зданий оказывают масштабы нового жилищного строительства, сноса ветхого и аварийного жилья и ремонта жилых домов.

В России статистический учет ведется не по всем параметрам, используемым в модели RES-RUS. Прочие данные приходится «логически реконструировать», используя балансовый и аналоговый методы; данные о нормативах потребления энергоресурсов, используемые в различных методиках, подготовленных министерствами и ведомствами; данные анализа рынка электробытовых приборов и базы данных по этим приборам; результаты выборочных обследований и т.п. Эти данные взаимно увязываются таким образом, чтобы получить в итоге минимальные отклонения от параметров ЕТЭБ для России в секторе жилых зданий. Важно отметить, что прямой сбор всей необходимой для модели информации (например, измерение распределения всех жилых зданий по уровню расхода энергии на 1 м<sup>2</sup>, или определение годового расхода электроэнергии всем парком холодильников, имеющих у населения, или точный подсчет числа ламп накаливания во всех жилых домах) потребовал бы огромных затрат. По стоимости такая работа сопоставима с проведением переписи населения.

В итоге сбора статистических данных по одним показателям и «логической реконструкции» других данных воспроизводится структура потребления энергии населением по процессам: отопление, ГВС, пищеприготовление, освещение, охлаждение продуктов, стирка, телевидение и прочие процессы. Для каждого из перечисленных процессов определяется структура используемых в этих процессах энергоносителей и видов оборудования.

Для гарантии надежности полученные результаты, многие параметры и сама структура потребления энергии населением сравнивались с зарубежными аналогами на основе информации из базы данных ODYSSEE, которую ведет АДЕМЕ; данных Агентства по энергетической информации Министерства энергетики США; данных Международного Информационного Агентства; базы данных японской модели AIM и из других источников<sup>42</sup>. На этой информационной основе определялись параметры модели RES-RUS.

<sup>40</sup>База данных ODYSSEE. [www.enerdata.fr](http://www.enerdata.fr)

<sup>41</sup>Overall Energy Efficiency Trends and Policies in the EU 27. ODYSSEE MURE project. ADEME. October, 2009.

<sup>42</sup>[www.enerdata.fr](http://www.enerdata.fr); NEMS Residential Demand Module Documentation Report 2008. Energy Information Administration. US DOE. 2008; AIM End-use Model. Manual. National Institute of Environmental Studies. Japan. October 2006.

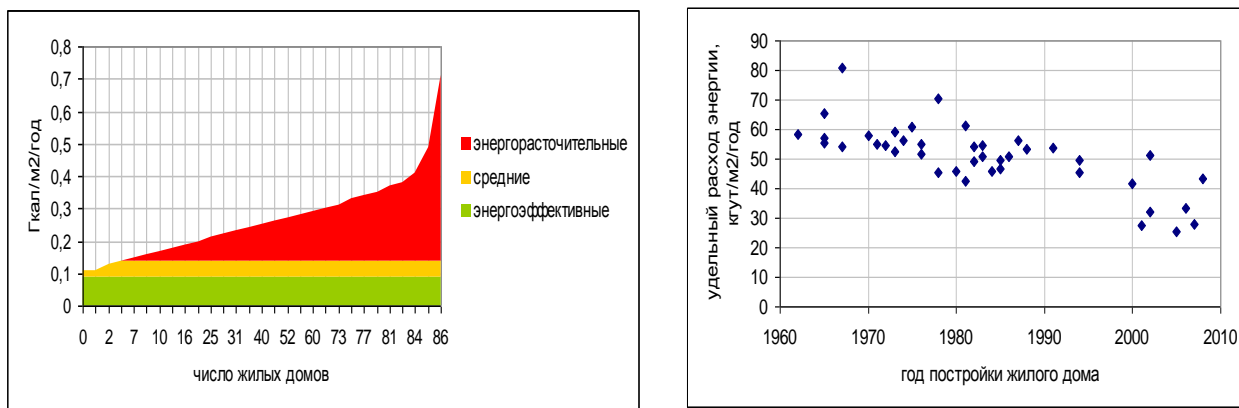
## 6.1.2. Моделирование потребления энергии на отопление жилых зданий

Основными выходными параметрами из модели энергопотребления на отопление жилых зданий (МОЖЗ) в модель RES-RUS являются показатели ежегодного снижения удельного потребления энергии на отопление 1 м<sup>2</sup> жилой площади существующих зданий и показатели эффективности отопления новых зданий по сравнению со средним уровнем для существующего жилого фонда.

Модель МОЖЗ в максимально возможной степени базируется на данных статистики по жилому фонду. В ней выделяются многоквартирные и индивидуальные жилые здания. Каждая из этих групп жилых зданий распределяется еще на 6 групп по срокам постройки: до 1920 г.; 1921-1945 гг.; 1946-1970 гг.; 1971-1995 гг.; 1995-1999 гг. и после 2000 г.

Такое деление важно, поскольку требования к теплозащите зданий в СССР и потом в России повышались постепенно. Сплошное обследование всех жилых зданий по уровню энергоэффективности отопления практически невозможно, потому что очень дорого. В модели МОЖЗ используется стандартизированное распределение жилых зданий по уровню удельного расхода на отопление 1 м<sup>2</sup>. Оно было построено на основе анализа данных измерения потребления тепла на нужды отопления 86 жилых домов (рис. 6.1).

**Рисунок 6.1** Типовое распределение жилых зданий по уровню удельного расхода тепловой энергии на отопление 1 м<sup>2</sup> («горка ресурса энергоэффективности») и зависимость удельного расхода энергии от года постройки жилого здания



Источник: Построено ЦЭНЭФ по данным из А. Наумов. Оценка расхода теплоты на отопление и вентиляцию в жилых зданиях. АВОК. № 8. 2007.

Как показывает многолетний опыт работы ЦЭНЭФ, такие функции распределения зданий по уровню энергоэффективности являются довольно типовыми (см. Главу 3). Это распределение описывается функцией «горки ресурса энергоэффективности» из трех составляющих:

$$REFH_i = 0,7494 + 0,4783 * dhage_i + 0,0149 * \frac{1}{(1,01 - dhage_i)} - 0,0365 * \frac{1}{(dhage_i + 0,1)}$$

(34,65)    (17,64)                      (52,68)                      (-11,20)

$$R^2 = 0,999; F = 3789 \quad (6.1)$$

где:  $REFHh_i$  – относительный (относительно среднего) уровень удельного расхода тепловой энергии на отопление  $1 \text{ м}^2$  для здания, замыкающего долю зданий  $dhage_t$ , ранжированных по уровню энергоэффективности;

$dhage_t$  – доля зданий с параметрами эффективности ниже  $EFHh_i$ .

Распределение на рис. 6.1 соответствует наложению распределения зданий по срокам службы на распределение их по времени ужесточения требований к теплозащите строящихся зданий. Поэтому в качестве замены распределения жилых зданий по уровню энергоэффективности отопления использовались данные их распределения по срокам постройки в рамках следующей логики: чем старше здание, тем более низкие характеристики теплозащиты оно имеет. Зависимость не вырождается в линию, поскольку удельный расход энергии на отопление зданий в большой степени зависит от их этажности.

Распределение (6.1) безразмерно. Оно формируется на базе данных о среднем удельном расходе на отопление здания (оценивается по данным о жилом фонде, по данным о доле жилого фонда, оснащенного централизованным теплоснабжением) и на базе данных о распределении зданий по срокам возведения. Безразмерное распределение (6.1) трансформируется в распределение площади жилых зданий по уровню удельного расхода на отопление  $1 \text{ м}^2$  жилья:

$$EFHh_i = REFHh_i * AVEFHh_i * kind \quad (6.2)$$

где:  $EFHh_i$  – удельный расход тепловой энергии на отопление  $1 \text{ м}^2$  для зданий, входящих в возрастную группу  $i$  в расчете на градусо-сутки;

$AVEFHh_i$  – средний удельный расход на отопление  $1 \text{ м}^2$  жилых зданий, определяемый на основе данных статистики по стране или региону в расчете на градусо-сутки отопительного периода;

$kind$  – повышающий коэффициент для индивидуальных домов (за счет меньшей этажности); принят равным 1,5 от уровня многоквартирных домов.

Возрастная структура жилых зданий преобразуется в распределение по уровню эффективности, параметры которого меняются по мере сноса ветхого и аварийного жилья и нового строительства. В модели предполагается, что вплоть до 2020 г. будут сноситься только здания, построенные не позднее 1971 г.

$$NB_{it} = NB_{it-1} * (1 - dem_{it}) \quad (6.3)$$

где:  $NB_{it}$  и  $NB_{it-1}$  – число зданий возрастной группы  $i$ , сохранившихся до года  $t$  и  $t-1$  соответственно;

$dem_{it}$  – доля зданий возрастной группы  $i$ , сносимых в году  $t$ .  $dem_{it} = 0$  для построенных позднее 1971 г.

Все новые здания пополняют группу зданий, построенных после 2000 г. К шести возрастным группам зданий добавляется еще одна – снос ветхого и аварийного жилья. В модели допускается, что сносимые здания имеют самые низкие параметры теплозащиты. В итоге меняется доля зданий, построенных в определенном временном интервале, в общем числе зданий ( $db_{it}$ ):

$$db_{it} = NB_{it} / NB_t \quad (4.12)$$

Доля старых зданий снижается, а новых, более эффективных, – растет. Таким образом снижается средневзвешенный удельный расход энергии на отопление.



Изменение теплопотерь существующего жилого фонда возможно за счет деградации ограждающих конструкций жилых зданий (по мере их ветшания) и за счет утепления зданий и проведения капитального ремонта ограждающих конструкций. Для каждой возрастной группы зданий определен базовый уровень удельного расхода тепловой энергии на отопление  $1 \text{ м}^2$  для зданий за градусо-сутки. Ежегодно он корректируется следующим образом:

$$EFHh_{it} = EFHh_{it-1} * [ (1 - dren * dren_i / db_{it}) * (1 + efl) + dren * efren * dren_i / db_{it} ] \quad (6.4)$$

где:  $dren$  – доля капитально ремонтируемых жилых зданий;

$dren_i$  – доля зданий возрастной группы  $i$  в капитально ремонтируемых жилых зданиях;

$efl$  – коэффициент годовой потери теплозащитных характеристик здания за счет деградации ограждающих конструкций. Может быть отрицательным при проведении текущего утепления здания (без проведения капитального ремонта);

$efren$  – коэффициент изменения теплозащитных характеристик здания после капитального ремонта (задается как доля от удельного потребления до ремонта и зависит от энергосберегающих характеристик проектов по капитальному ремонту).

При введении СНиП для новых зданий после 2011 г. удельный расход энергии на отопление для группы зданий, построенных после 2000 г., задается как:

$$EFHh_{2000} = EFHh_{2000} * (db_{2000-2011} / db_{2000} + ksnip * (1 - db_{2000-2011} / db_{2000})) \quad (6.5),$$

где:  $ksnip$  – коэффициент снижения удельного расхода в зданиях в СНиП, которые могут быть введены после 2011 г., по отношению к уровню для зданий, возводившихся в 2000-2011 гг.;

$db_{2000-2011}$  – доля зданий в группе зданий, построенных после 2000 г., по состоянию на 2011 г.;

$db_{2000t}$  – доля зданий в группе зданий, построенных после 2000 г., по состоянию на год  $t$ .

Средний показатель удельного расхода энергии на отопление  $1 \text{ м}^2$  получается как средневзвешенная удельных показателей для всех возрастных групп зданий, умноженная на число градусо-суток отопительного периода в конкретном году:

$$SEFHh_t = DD_t * \sum_i EFHh_{it-1} * db_{it} \quad (6.6),$$

где:  $DD_t$  – число градусо-суток отопительного периода в году  $t$ .

Логика прогнозирования динамики среднего показателя удельного расхода энергии на отопление  $1 \text{ м}^2$  для многоквартирных и индивидуальных домов идентична. Доля индивидуальных домов, присоединенных к системам централизованного теплоснабжения, определяется на основе вычитания из суммарной площади отапливаемых централизованно помещений площади многоквартирных зданий, скорректированной на долю зданий с поквартирным отоплением.

Для многоквартирных зданий и индивидуальных домов с децентрализованным отоплением расчет проводится по следующей логике. Сначала определяются жилые площади, обеспеченные соответствующими системами отопления. Для этого из строки ЕТЭБ «жилищный сектор (население)» получают данные по использованию угля и прочего твердого топлива. Предполагается, что оба эти энергоресурса используются в основном на цели отопления. С использованием КПД отопительных установок на угле и

твердом топливе<sup>43</sup> оценивается произведенная на них тепловая энергия. С использованием среднего показателя удельного расхода энергии на отопление 1 м<sup>2</sup> индивидуальных жилых домов оценивается отапливаемая на основе данных энергоносителей жилая площадь в 2000-2011 гг. Кроме того, на основе прочих данных оценивается доля жилых домов, отапливаемых электроэнергией и на основе НВЭИ.

Считается, что вся оставшаяся площадь жилых домов отапливается природным газом. Его потребление на цели отопления оценивается на основе среднего показателя удельного расхода энергии на отопление 1 м<sup>2</sup> индивидуальных жилых домов и среднего КПД газовых отопительных установок. Для проверки полученного результата используется следующая процедура.

На перспективу в модели задается структура жилого фонда по способу отопления и динамика КПД отопительных систем для каждого используемого энергоресурса:

$$EHh_t = LS_t * dLS_{jt} * SEFH_{it} * \eta_{jt} \quad (6.7)$$

где:  $EHh_t$  – потребление энергоресурса  $j$  на отопление жилой площади;

$LS_t$  – объем жилой площади в году  $t$ ;

$dLS_{jt}$  – доля жилой площади, отапливаемой за счет энергоресурса  $j$  в году  $t$ ;

$\eta_{jt}$  – средний КПД отопительных установок, работающих на энергоресурсе  $j$  в году  $t$ .

При определении среднего КПД отопительных установок важно учитывать долю новых установок и их эффективность:

$$\eta_{jt} = \eta_{jt-1} * (1 - dn_{jt}) + \eta_{jmew} * dn_{jt} \quad (6.8)$$

где:  $\eta_{jmew}$  – КПД новых отопительных установок, использующих энергоресурс  $j$  на отопление жилой площади;

$dn_{jt}$  – доля новых установок, монтируемых в году  $t$  (новое строительство и капитальный ремонт) в парке установок.

Основными параметрами регулирования повышения энергоэффективности в модели МОЖЗ выступают:

- Доля нового строительства жилых зданий;
- Доля многоквартирных домов в новом строительстве;
- Распределение зданий по способу отопления;
- Доля сноса ветхого и аварийного жилья (чем она выше, тем ниже средний показатель удельного расхода);
- Доля капитально ремонтируемых зданий;
- Коэффициент изменения теплозащитных характеристик здания после капитального ремонта;
- Коэффициент потери теплозащитных характеристик здания за счет деградации ограждающих конструкций;

<sup>43</sup> Стандарт научно-технического общества бумажной и деревообрабатывающей промышленности. Здания малоэтажные жилые. Общие требования обеспечения энергоэффективности. М., 1994. ЦЭНЭФ и МП «ДОМ».



- Коэффициент снижения удельного расхода в зданиях в СНиП, которые могут быть введены после 2011 г., по отношению к уровню для зданий, возводившихся в 2000-2010 гг.;
- Изменение КПД отопительных установок на угле, газе и твердом топливе.

### 6.1.3. Моделирование потребления горячей воды

Горячее водоснабжение может обеспечиваться от централизованного теплоснабжения, газовых колонок, газовых и электрических котлов. Минимальные потребности в горячей воде могут также покрываться за счет использования газовых плит и электроплит, печей и т.п.

Имея данные по благоустройству жилого фонда (доля обеспеченных ГВС от централизованного теплоснабжения) и численности населения, можно оценить удельный расход тепла на одного человека в год. Нормативы для расхода горячей воды при ее нагревании газовыми и электрическими плитами заимствованы из «*Методических рекомендаций по формированию нормативов потребления услуг жилищно-коммунального хозяйства*» Минэкономки РФ (40 литров на человека в сутки). В данной модели допускалось, что все тепло при нагревании воды на установках с использованием угля и дров отнесено к отоплению.

Часть горячей воды может также готовиться на плитах, использующих сжиженный газ. Этот объем может быть определен как разница между объемом использования сжиженного газа и производства числа домохозяйств, обеспеченных сжиженным газом, на норматив его использования для целей приготовления пищи (см. ниже). Если эта разница положительна, то для определения числа обеспеченных ГВС от установок на сжиженном газе также используется норматив потребления горячей воды 40 литров на человека в сутки. Удельный расход горячей воды переводится из литров/чел/сутки в Гкал/чел/год и затем в условное топливо.

Потребление энергии на цели горячего водоснабжения определяется как:

$$F_{hw_t} = \sum_j d_{hw_{jt}} * AVFChw_{ji} \quad (6.9),$$

где:  $F_{hw_t}$  – потребление энергоресурса  $j$  на производство горячей воды в году  $t$ ;

$d_{hw_{jt}}$  – доля домохозяйств в году  $t$ , использующих энергоресурс  $j$  на производство горячей воды;

$AVFChw_{jt}$  – средний удельный расход энергоносителя  $j$  на производство горячей воды.

Средний удельный расход энергоносителя на производство горячей воды зависит от КПД водоподогревателей, который также задается в модели, и доли потребителей, оснащенных приборами учета газа и воды:

$$AVFChw_{ji} = (Nhw_j * (1 - d_{meter_j}) + 0,6 * Nhw_j * d_{meter_j}) * khw_j \eta_{hwj} \quad (6.10)$$

где:  $Nhw_j$  – норматив потребления горячей воды, получаемой на установке типа  $j$ ;

$d_{meter_j}$  – доля домохозяйств, обеспеченных приборами учета;

$khw_j$  – коэффициент пересчета норматива потребления горячей воды в условное топливо;

$\eta_{hwj}$  – КПД водонагревателей, использующих энергоресурс  $j$ .

Обеспеченность приборами учета в зависимости (6.10) определяется для горячей воды от систем теплоснабжения и для потребителей природного газа. Предполагается, что потребление горячей воды теми, кто имеет прибор учета расхода воды или природного



газа, на 40% ниже нормативного. Этот вывод подтверждается анализом данных по российским потребителям горячей воды, оснащенным приборами учета. Данные квартирных приборов учета свидетельствуют, что жители потребляют на 40-60% меньше горячей воды, чем определено нормативами. ЦЭНЭФ в процессе работы по ряду проектов в российских городах установил, что в Воркуте потребление горячей воды составило 58 л/чел/сутки против норматива 150 л/чел/сутки, в г. Березники – 62 л/чел/сутки против норматива 120 л/чел/сутки<sup>44</sup>. Именно этот фактор мотивирует домохозяйства устанавливать приборы учета воды. Повышение цен на воду в меньшей степени влияет на привычки водопотребления, которые довольно устойчивы. Снижение удельного потребления воды примерно на 2-3% в год обусловлено не столько изменением поведения как реакции на цены, сколько постепенной заменой старых водоразборных приборов и запорной арматуры на новые. Процесс такой замены заметно не ускоряется при повышении цен.

То есть в среднем жители, имеющие квартирные приборы учета, потребляют не 105-150 л/сутки горячей воды, а только 55-65 л/сутки, то есть не 1,9 Гкал/год, а около 1,1 Гкал/год. В японской модели АИМ годовое потребление горячей воды определено равным 2,5 Гкал/водоподогреватель/год<sup>45</sup>. При средней численности домохозяйства 2,3-2,5 человека это равнозначно норме 1-1,1 Гкал/чел/год. База данных ODYSSEE дает среднее удельное потребление для ЕС-15 2,4 Гкал/домохозяйство/год, или также примерно 1,1 Гкал/чел/год. Иными словами, привычки потребления горячей воды довольно универсальны для потребителей разных стран. На фоне потребления 55-65 л/сутки норматив для нагревания воды на газовых и электроплитах уже не кажется низким.

#### **6.1.4. Моделирование потребления энергии на приготовление пищи**

Для приготовления пищи могут использоваться напольные электрические и газовые плиты, электроплитки, «керосинки» и различного рода печи. Данные по благоустройству жилого фонда дают сведения о доле домохозяйств, имеющих напольные электроплиты, а также обеспеченных сетевым и сжиженным газом. Доля домохозяйств, имеющих газовые плиты, работающие на сетевом и сжиженном газе, принимается равной доле домохозяйств, обеспеченных соответственно сетевым и сжиженным газом. Оставшиеся квартиры могут использовать электроплитки, печи и другие установки. В модели предполагается, что все твердое топливо используется только на цели отопления. Таким образом, все приборы для приготовления пищи делятся на четыре группы: напольные электроплиты, электроплитки, газовые плиты на сетевом и на сжиженном газе.

Статистика дает сведения о потреблении сжиженного газа населением. Эти данные делятся на число обеспеченных сжиженным газом. Если полученное частное от деления ниже или равно нормативу расхода сжиженного газа на приготовление пищи<sup>46</sup>, то оно и является средним расходом. В противном случае в качестве среднего показателя используется норматив, а потребление сжиженного газа сверх объемов на приготовление пищи относится на горячее водоснабжение (см. выше).

Потребление энергии на цели пищевого приготовления определяется как:

<sup>44</sup> И. Башмаков. Эффект от учета воды: от виртуальности к реальности. Реформа ЖКХ. № 6, 2005.

<sup>45</sup> AIM End-use Model. Manual. National Institute of Environmental Studies. Japan. October 2006.

<sup>46</sup> Этот норматив равен 0,32 Гкал/чел/год. При КПД газовой плиты 55% норма расхода сжиженного газа составляет 30 кг/чел/год, а природного газа – 70 м<sup>3</sup>/чел/год. См. Методические рекомендации по формированию нормативов потребления услуг жилищно-коммунального хозяйства (Приказ Минэкономики РФ № 240 от 06.05.99).



$$F_{cook_t} = \sum_j d_{cook_{jt}} * AVFC_{cook_{jt}} \quad (6.11),$$

где:  $F_{cook_t}$  – потребление энергоресурса  $j$  на приготовление пищи в году  $t$ ;

$d_{cook_{jt}}$  – доля домохозяйств в году  $t$ , использующих энергоресурс  $j$  на приготовление пищи;

$AVFC_{cook_{jt}}$  – средний удельный расход энергоносителя  $j$  на приготовление пищи.

Средний удельный расход сетевого газа на нужды приготовления пищи зависит от КПД плит и доли потребителей, оснащенных приборами учета газа:

$$AVFC_{cook_{jt}} = (NG_{cook_j} * (1 - d_{meter_j}) + N_{cook_j} * d_{meter_j} * \eta_{cook_j}) * k_{cook_j} \quad (6.12),$$

где:  $NG_{cook_j}$  и  $N_{cook_j}$  – нормативы потребления газа на приготовление пищи соответственно по методике Минэкономки РФ и по Постановлению Правительства РФ;

$d_{meter_j}$  – доля домохозяйств, обеспеченных приборами учета газа;

$k_{cook_j}$  – коэффициент пересчета норматива потребления в условное топливо;

$\eta_{cook_j}$  – КПД газовых плит.

Норматив потребления природного газа для газовых плит у потребителей, не имеющих приборов учета, установлен в диапазоне 8-15 м<sup>3</sup>/чел/мес., или 96-180 м<sup>3</sup>/чел/год<sup>47</sup>. В расчетах Минэкономки РФ для газовых плит для целей приготовления пищи используется норматив 0,32 Гкал/чел/год, который корректируется на КПД газовых плит. Для напольных электроплит методика Минэкономки РФ дает расход 290 кВт-ч/чел/год при средней численности домохозяйства 2,7 человека, а для электроплиток – 350 кВт-ч/плитка/год, или 130 кВт-ч/чел/год. Эти показатели используются в модели<sup>48</sup>.

### 6.1.5. Моделирование потребления энергии на освещение

В методике Минэкономки РФ потребление электроэнергии на освещение жилых зданий рассчитывается по формуле:

$$ELL_t = LS_t * Winst_t * h_t * durlight_t \quad (6.13)$$

где:  $ELL_t$  – потребление электроэнергии на цели освещения;

$Winst_t$  – установленная мощность источников света на 1 м<sup>2</sup>;

$h_t$  – коэффициент одновременности включения осветительных приборов;

$durlight_t$  – число часов использования максимальной мощности ламп.

В разных нормативных документах для ламп накаливания значение параметра  $Winst_t$  дано в диапазоне 10-15 Вт/м<sup>2</sup>, для коэффициента одновременности – 0,3-0,35, для числа часов использования – 2000-2200. Очевидно, что при использовании энергоэффективных ламп средняя установленная мощность источников света на 1 м<sup>2</sup> будет ниже. Это главный параметр повышения эффективности освещения. Кроме того, поведенческий фактор может влиять на одновременность включения источников света и на продолжительность их работы.

<sup>47</sup> Постановление Правительства Российской Федерации № 373 от 13.06.2006 «О порядке установления нормативов потребления газа при отсутствии приборов учета газа».

<sup>48</sup> В Постановлении Правительства Российской Федерации № 306 от 23.05.2006 «Об утверждении Правил установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг» дается норма 600 кВт-ч/плита/год, или 222 кВт-ч/чел/год.





В данной модели используются три типа источников света: лампы накаливания средней мощностью 60 Вт, люминесцентные лампы средней мощностью 30 Вт и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) средней мощностью 15 Вт. Тогда среднее значение установленной мощности источников света на 1 м<sup>2</sup> будет равно:

$$Winst_t^* = \sum_i Wl_i^* dlight_{it} / kl \quad (6.14),$$

где:  $Wl_i$  – мощность источника света  $i$ ;

$dlight_{it}$  – доля источника света  $i$  в структуре источников света в году  $t$ .

В статистике нет данных о структуре источников света по видам. Их можно определить только на основе специальных обследований или по данным о продажах различных ламп с учетом доли населения в таких продажах.

### 6.1.6. Моделирование потребления электроэнергии бытовыми электроприборами длительного пользования

Основным выходным параметром из модели МБЭП в модель RES-RUS являются показатели удельного потребления энергии на 1 м<sup>2</sup> жилой площади по основным группам электробытовых приборов. Выделяются 5 такие групп:

- ✓ холодильники и морозильники;
- ✓ стиральные машины;
- ✓ телевизоры;
- ✓ кондиционеры;
- ✓ компьютеры и прочие БЭП.

Их выбор определяется как значимостью в структуре потребления электроэнергии, так и наличием статистических данных, необходимых для определения параметров модели.

Логика моделирования показана на примере холодильников и морозильников<sup>49</sup>. Статистика располагает очень ограниченным объемом данных выборочных обследований об обеспеченности холодильниками на 100 домохозяйств. На основе данных об обеспеченности холодильниками и морозильниками за 1990-2010 гг. и данных о числе домохозяйств был оценен парк холодильников и морозильников в каждом году:

$$FRSt_t = Hh_t^* Sutft_t \quad (6.15)$$

где:  $FRSt_t$  – число холодильников и морозильников в году  $t$ ;

$Sutft_t$  – обеспеченность холодильниками на 100 домохозяйств в году  $t$ .

На этой основе был определен ежегодный прирост парка холодильников –  $\Delta FRSt_t$ . Прирост парка определяется увеличением числа домохозяйств и ростом их обеспеченности холодильниками и морозильниками по мере увеличения доходов населения. Зависимости динамики обеспеченности холодильниками и морозильниками (и другими БЭП) от роста доходов населения были определены на основе данных по

<sup>49</sup> В работе использовались подходы к моделированию электропотребления бытовыми приборами, использованные в таких работах, как I. Bashmakov and S. Sorokina. Refrigerator Energy Efficiency Standards in Eastern Europe. CENEf. Moscow. March 1996; NEMS Residential Demand Module Documentation Report 2008. Energy Information Administration. US DOE. 2008; AIM End-use Model Manual. National Institute of Environmental Studies. Japan. October 2006.



обеспеченности БЭП для разных стран в зависимости от уровня дохода. В парк холодильников включаются холодильники, установленные на дачах, во вторых домах, садовых домиках.

При достаточно высоком уровне обеспеченности бытовой холодильной техникой значительная часть продаваемых холодильников используется для замещения отработавших свой ресурс приборов. Статистика этих данных не дает. За ретроспективу они были получены аналитическим путем – вычитанием из объемов проданных в каждом году бытовых холодильников (показатель статистики) величины ежегодного прироста парка холодильников –  $\Delta FRSt_t$ . Так была получена оценка объема замещаемых холодильников:

$$REPS_t = RETF_t * dh - \Delta FRSt_t \quad (6.16)$$

где:  $REPS_t$  – объем замещаемых холодильников в году  $t$ ;

$RETF_t$  – объем проданных в году  $t$  холодильников и морозильников;

$dh$  – доля холодильников, приобретенных населением.

Ежегодно парк бытовой холодильной техники пополняется на  $RETF_t$ . Анализ показал, что не столько прирост парка холодильников, сколько норма их замены по мере износа (отношение объема замещаемых холодильников в году  $t$  ( $REPS_t$ ) к их парку в году  $t-1$  ( $FRSt_{t-1}$ ) зависит от уровня дохода. Форма зависимости определяется логистической кривой, минимальное значение которой равно 2,7% (что соответствует замене холодильника в среднем один раз в 37 лет), а максимальное значение (в разумном диапазоне значений дохода) равно 6-7% (что соответствует замене холодильника в среднем один раз в 14-15 лет):

$$drep_t = a + b * RI_t / (1 - RI_t) \quad (6.17)$$

где:  $drep_t$  – доля замещаемых холодильников в году  $t$ .

Снижение реального дохода, как это было в 90-х годах, ведет к снижению доли замещаемых холодильников и старению их парка. Объем холодильной техники, проданной населению в каждом году, равен:

$$RETF_t = FRSt_{t-1} * drep_t / dh + \Delta FRSt_t \quad (6.18)$$

На основе данных об объемах ежегодных продаж холодильников и морозильников была сформирована система уравнений (6.19-6.20) для описания эволюции возрастной структуры парка холодильников. В модели предполагается, что все холодильники доживают до базового срока службы, а затем равными частями заменяются по мере приближения их возраста к максимальному сроку службы.

$$LRETF_t^\tau = \max\{0; LRETF_{t-1}^\tau - if\{t - t_0 \leq T; 0; RETF^\tau / (T_{\max} - T)\} \quad (6.19)$$

где:  $RETF^\tau$  – объем проданных в году  $\tau$  холодильников и морозильников;

$LRETF_t$  – объем оставшихся в году  $t$  в эксплуатации холодильников и морозильников из проданных в году  $\tau$ ;

$T$  – базовый срок службы холодильника (в модели определен равным 15 годам);

$T_{\max}$  – максимальный срок службы холодильника (в модели определен равным 25 годам).

Парк холодильников и морозильников в году  $t$  определяется как:

$$FRSt_t = \sum_{\tau} LRETF_t^\tau \quad (6.20)$$

где:  $LRETF^t$  – объем оставшихся в году  $t$  в эксплуатации холодильников и морозильников из проданных в году  $T$ .

По доле выбытия можно судить о среднем сроке службы выведенных из эксплуатации холодильников. Многие отработавшие в квартирах холодильники перевозят на дачи, где они еще долгие годы работают.

В японской модели АИМ используется нереально низкий по российским меркам средний срок службы холодильника: 6 лет. Даже в технических паспортах срок службы обычно указывается равным 10 годам. В России они служат гораздо дольше. По данным опросов домашних хозяйств в Тверской области оказалось, что в 2007 г. 8,4% работающих холодильников были приобретены в 1961-1980 гг., то есть отработали, по меньшей мере, 27 лет, а некоторые из них, возможно, до 45 лет. Доля холодильников старше 10 лет в Тверской области составила 38%.

Продаваемая бытовая холодильная техника существенно различается по размерам, соотношению объемов и расположению холодильных и морозильных камер, поддерживаемой в них температуре, наличию дополнительных функций и т.д. Существует тенденция роста объема холодильников. Поэтому прямо сравнивать их по уровню энергоэффективности не совсем корректно. Для этих целей используется показатель приведенного объема холодильника:

$$AV_i = \sum_j \frac{(25 - T_c)}{20} * V_c * F_c \quad (6.21)$$

где:  $AV_i$  – приведенный объем холодильника  $i$  (в литрах);

$V_c$  – объем каждой камеры холодильника;

$T_c$  – проектная температура, установленная для каждой камеры холодильника;

$F_c$  – поправочный коэффициент 1,2 для «no frost» отделений холодильника.

Стандартное годовое потребление холодильника определяется по формуле:

$$Estd_i = N_i + M_i * AV_i \quad (6.22)$$

где:  $N_i$  и  $M_i$  – нормативно утвержденные коэффициенты, определенные на основе обработки эмпирических данных для группы холодильников  $i$ .

Его сравнивают с фактическим потреблением электроэнергии ( $Ereal_i$ ), и на этой основе определяется класс энергоэффективности холодильников. Для класса «А» должно выполняться соотношение  $Ereal_i/Estd_i \leq 55\%$ .

В модели МБЭП используются четыре индикатора энергетической эффективности электробытовых приборов, в т.ч. холодильников:

- $EFRAVn_t$  – средний расход электроэнергии на единицу приведенного объема нового холодильника. Рассчитывается как средневзвешенная удельного расхода электроэнергии на единицу приведенного объема по структуре реализуемых в году  $t$  холодильников. Государственной статистики по структуре продаж по моделям нет, поэтому данные получаются из результатов маркетинговых исследований;
- $EFRn_t$  – средний расход электроэнергии на один новый холодильник. Рассчитывается как средневзвешенная удельного расхода электроэнергии на единицу приведенного объема по структуре реализуемых в году  $t$  холодильников;

- $EFRSt_t$  – средний расход электроэнергии на один работающий холодильник. Рассчитывается как средневзвешенная средних расходов электроэнергии новыми холодильниками за каждый год на число работающих холодильников этого года продажи;
- $EFRStS^2_t$  – средний расход электроэнергии холодильниками (в тут) на 1000 м<sup>2</sup> жилой площади. Рассчитывается как частное от деления потребления электроэнергии всем парком холодильников на площадь жилых зданий.

Быстрее всего снижается показатель  $EFRAn_t$ . В России все больше продается холодильников, соответствующих высшим классам энергоэффективности, установленным для Европы («А» и «А+»), для которых удельный расход энергии не превышает 55% от уровня стандарта для Западной Европы. Таким образом, по мере роста доли продаж зарубежных моделей Россия получает выгоды от политики повышения энергоэффективности холодильников в Западной Европе, даже не ужесточая своих стандартов на холодильники и не реализуя информационные кампании по их маркировке по уровню энергоэффективности.

Поскольку средний приведенный объем холодильника постепенно растет,  $EFRn_t$  снижается медленнее удельного расхода на единицу приведенного объема. Еще медленнее снижается  $EFRSt_t$ , поскольку доля новых холодильников в парке растет медленно. Динамика  $EFRStS^2_t$  зависит от динамики  $EFRSt_t$  и от колебаний соотношения парка холодильников и жилой площади. Все показатели  $EFRStS^2_t$  для электробытовых приборов складываются и затем вводятся в модель RES-RUS.

Ни статистика, ни маркетинговые исследования не дают данных о динамике среднего размера приобретаемого холодильника. По данным исследования, проведенного в 1996 г. ЦЭНЭФ для ОЭСР<sup>50</sup>, средний приведенный объем холодильника в 1993 г. составил 256 литров. По данным за последние годы, приведенный объем холодильника в 2005 г. можно оценить равным 420 литрам.

Входными параметрами модели потребления электроэнергии холодильниками являются: динамика реальных доходов населения, динамика жилой площади и динамика удельного расхода электроэнергии на единицу приведенного объема. Последний показатель является результатом четырех направлений политики повышения энергоэффективности:

- ✓ роста цен на электроэнергию;
- ✓ повышения требований стандартов энергоэффективности холодильников;
- ✓ дотирования приобретения новых холодильников;
- ✓ информационных кампаний по мотивации к приобретению наиболее эффективных моделей холодильников (маркировка по классу экономичности).

Четыре перечисленные меры политики влияют на динамику среднего удельного потребления новым холодильником –  $EFRn_t$  через доли бытового холодильного оборудования разного уровня эффективности. Введение новых стандартов меняет параметры  $N_i$  и  $M_i$  в выражении 6.22. Наличие маркировки и снижение цены приобретения энергоэффективных моделей классов «А» и «А+», а также рост цен на электроэнергию снижает стоимость цикла жизни холодильника.

Логика моделирования потребления электроэнергии стиральными машинами и телевизорами сходна с вышеизложенной.

<sup>50</sup> I. Bashmakov and S. Sorokina. Refrigerator Energy Efficiency Standards in Eastern Europe. CENEf. Moscow. March 1996.

Относительную сложность представляет моделирование потребления электроэнергии прочими электробытовыми приборами. Часть потребления прочими крупными бытовыми электроприборами (БЭП) учтена в пищеприготовлении, нагреве воды и электроотоплении. Однако остается большой набор «малых» электробытовых приборов (компьютеры, микроволновые печи, другая кухонная техника, пылесосы и др.). Их доля в потреблении электроэнергии всеми БЭП в 15 странах Европейского Союза выросла на 10% в 1990-2005 гг. Параметры модели МБЭП должны быть настроены так, чтобы потребление электроэнергии «прочими» БЭП оставалось положительным и росло. В качестве «представителя» этого класса были выбраны компьютеры. В зависимости от роста доходов растет обеспеченность ими и соответственно парк, а вслед за ним и потребление электроэнергии компьютерами. Принято допущение, что потребление всеми прочими «мелкими» БЭП растет в том же темпе, что и потребление компьютерами.

## 6.2. Краткое описание модели REN-RUS

Для целей проведения количественного анализа моделей капремонта многоквартирных жилых домов (МКД) была разработана математическая модель, описывающая характеристики финансовых потоков при ремонте как типового жилого здания, так и всего фонда МКД. Эта модель описывает динамику накопления, мобилизации и расходования средств на цели КР и обслуживания обязательств, возникших после финансирования проведения капитального ремонта, а также затраты на капремонт из разных источников.

Модель состоит из 5 блоков: движение жилищного фонда за счет нового строительства, сноса и других факторов; изменение возрастной структуры жилого фонда (по возрастным категориям, описанным выше); капитальный ремонт (динамика капитально отремонтированных МКД и индивидуальных зданий); конструктивные элементы (ремонт отдельных видов конструктивных элементов зданий и установка приборов учета и ИТП); затраты и эффекты (затраты на капитальный ремонт, источники его финансирования и экономические эффекты от реализации мер по повышению энергоэффективности). Модель способна имитировать 5 логических конструкций организации проведения капитальных ремонтов. Расчетный горизонт анализа – 2012-2035 гг.

Для сопоставимости результатов анализа в разных логических конструкциях заложены сходные допущения относительно основных параметров, влияющих на результаты расчетов. В расчетах для одного МКД использовался типовой условный 40-квартирный дом площадью 2000 м<sup>2</sup>, в котором общая площадь жилых помещений в частной собственности граждан составила 80%. Расчеты для всего фонда МКД в качестве исходной базы имеют реальное состояние жилого фонда РФ на 2012 г.

В модели рассмотрены четыре пакета мер по капитальному ремонту. В зависимости от полноты набора мер и включения в пакет мероприятий по энергосбережению стоимость этих пакетов составляет 1000 руб./м<sup>2</sup>, 2871 руб./м<sup>2</sup>, 4296 руб./м<sup>2</sup> и 5655 руб./м<sup>2</sup>.

В модели можно выделить следующие основные управляющие параметры:

- размер обязательной ежемесячной платы за капитальный ремонт;
- ставка процента по вкладам по банковским счетам для МКД, самостоятельно использующих средства на капитальный ремонт;
- доля площади МКД, самостоятельно использующих средства на капитальный ремонт;
- для МКД, самостоятельно использующих средства на капитальный ремонт:

- доля расходов на капитальный ремонт в данном году;
- отношение расходов бюджетов на единицу расходов населения на капитальный ремонт с лимитом абсолютного отношения и графиком снижения этого отношения во времени;
- отношение привлечения кредитов на единицу расходов населения на капитальный ремонт с лимитом долговой нагрузки и графиком роста этого отношения во времени;
- условия кредитования – срок предоставления кредита и ставка процента по кредиту;
- для МКД, передавших средства на капитальный ремонт в управление:
  - доля расходов бюджетов на капитальный ремонт с лимитом абсолютного значения и графиком ее снижения во времени;
  - отношение привлечения кредитов на единицу расходов населения на капитальный ремонт с лимитом долговой нагрузки и графиком роста этого отношения во времени;
  - условия кредитования – срок предоставления кредита и ставка процента по кредиту;
  - доля отчислений на оплату услуг доверительного управляющего;
  - доля административных издержек работы регионального фонда;
  - коррупционное удорожание стоимости КР;
- возможное снижение дисциплины платежей в домах, где уже проведен КР.

Выходными параметрами модели в части МКД, самостоятельно использующих средства на капитальный ремонт, являются:

- отчисления на самостоятельное использование средств;
- располагаемые средства;
- доля расходов на капитальный ремонт в данном году;
- расходы на капитальный ремонт в данном году;
- накопленные средства;
- проценты по вкладам;
- расходы бюджетов;
- привлечение кредитов;
- всего расходы на КР при самостоятельном использовании средств;
- то же, с учетом обслуживания кредитов;
- долг по кредитам;
- выплата основной части долга;
- выплата процентов по кредитам;
- всего расходы на обслуживание кредитов;
- долговая нагрузка;



- площади капитальных ремонтов;
- доля площади капитально отремонтированных МКД.

Выходными параметрами модели в части МКД, передавших средства на капитальный ремонт в управление, являются:

- отчисления, переданные в управление;
- доля расходов на капитальный ремонт в данном году;
- расходы на капитальный ремонт в данном году;
- расходы бюджетов;
- привлечение кредитов;
- всего расходов на КР в части МКД, передавших средства на капитальный ремонт в управление;
- то же, с учетом обслуживания кредитов;
- долг по кредитам;
- выплата основной части долга;
- выплата процентов по кредитам;
- всего расходы на обслуживание кредитов;
- долговая нагрузка;
- площади капитальных ремонтов;
- доля площади капитально отремонтированных МКД;
- доход доверительного управляющего.

Суммарно результаты по использованию двух схем в рамках данной модели описываются следующими выходными параметрами:

- площади капитальных ремонтов;
- доля площади капитально отремонтированных МКД;
- суммарные затраты на КР;
- суммарные затраты на обслуживание долга;
- доход доверительного управляющего;
- итого затрат;
- обязательная плата граждан на КР;
- обязательная плата из бюджетов на КР;
- софинансирование КР из бюджетов;
- обязательная плата прочих собственников на КР;
- привлечение кредитов;
- доходы от вкладов.

## 7. Меры политики по повышению энергоэффективности в зданиях

### 7.1. Россия начала движение вспять

После 2009 г. деятельность по повышению энергоэффективности в секторе зданий в России существенно активизировалась. Она основана на положениях ФЗ-261 об энергетической эффективности и Государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года». ЦЭНЭФ уже проводил подробный анализ соответствия этих мер в секторе зданий рекомендациям МЭА.<sup>51</sup>

Ниже показано, что после рывка вперед в последние два года наметилось движение вспять в ключевых направлениях реализации политики повышения энергоэффективности в жилых зданиях.

**СНиП «Энергоэффективность в зданиях».** С утверждением СНиП 23-02-2003 Россия достигла паритета с европейскими странами по требованиям к эффективности использования энергии с учетом климатических условий. С 2003 г. во многих европейских странах требования к теплозащите были пересмотрены по 2-3 раза в сторону повышения. В России в январе 2013 г. был опубликован СП 50-13330-2012 (актуализированный СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»), который, по мнению ведущих специалистов, отбросил нашу страну назад в области требований к теплозащите зданий<sup>52</sup>. Удельное потребление энергии выражено в нем в единицах мощности, а не энергии, в расчете на м<sup>3</sup> объема всего здания, а не на м<sup>2</sup> площади квартир, которая на 27-40% меньше отапливаемой площади здания. Все это ведет к существенному – до 1,5 раз – снижению требований к энергоэффективности жилых зданий.

Постановление Правительства РФ от 25.01.2011 № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» требует снижения нормируемого удельного энергопотребления на единицу площади в расчете на градусосутки отопительного периода для новых зданий как минимум на 15% в 2011-2015 гг., на 30% в 2016-2019 гг. и на 40% начиная с 2020 г. Для отремонтированных зданий снижение должно составить 15% с 2016 г. и ещё 15% начиная с 2020 г. Если отсчет снижения будет проводиться на основе расчетов по СП 50-13330-2012, то не только существующие, но и перспективные требования к теплозащите зданий будут существенно занижены. Таким образом, **в противоположность мировому тренду в России в 2012 г. были значительно снижены не только текущие требования к теплозащите зданий, но и перспективы их повышения.** Между тем, в Москве есть положительный опыт строительства МКД с удельным расходом энергии 44 кВт-ч/м<sup>2</sup> и

<sup>51</sup> См. подробнее в И.А. Башмаков и В.И. Башмаков. Сравнение мер российской политики повышения энергоэффективности с мерами, принятыми в развитых странах. ЦЭНЭФ. Москва, 2012; Башмаков И.А., Башмаков В.И. Повышение энергоэффективности в бюджетной сфере // Энергосбережение. – 2012. №5; Башмаков И.А., Башмаков В.И. Российская политика повышения энергоэффективности зданий // ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера. Часть I. Экономика и управление предприятием ЖКХ. – 2012. №5.

<sup>52</sup> В.И. Ливчак. Энергетическая эффективность зданий. К чему приведет СП 50-13330-2012 «Тепловая защита» и как выполнить постановление Правительства России? Энергосовет. № 2 (27) март-апрель 2013 г.



даже 25 кВт·ч/м<sup>2</sup>.<sup>53</sup> В России политика по развитию строительства зданий с низким или нулевым потреблением энергии отсутствует, но определенная практика уже есть.

**ФЗ-471 «О внесении изменений в Жилищный кодекс РФ и в отдельные законодательные акты РФ».** Приказ Министерства регионального развития РФ от 28 мая 2010 г. № 262 существенно расширил перечень мероприятий по энергосбережению в составе обязательных работ по капитальному ремонту по сравнению с положениями ФЗ-185. ФЗ-271 фактически вернул определенный в ФЗ-185 минимальный перечень работ, которые можно финансировать за счет взноса на капитальный ремонт: ремонт внутридомовых инженерных систем электро-, тепло-, газо-, водоснабжения, водоотведения; ремонт или замену лифтового оборудования; ремонт крыши; ремонт подвальных помещений; утепление и ремонт фасада; установку коллективных (общедомовых) приборов учета потребления ресурсов и узлов управления и регулирования потребления этих ресурсов (тепловой энергии, горячей и холодной воды, электрической энергии, газа); ремонт фундамента многоквартирного дома. ФЗ-471 от 28.12.2013 исключил из этого перечня позиции по утеплению фасада и установке приборов учета. Нормативными правовыми актами субъектов РФ перечень услуг и (или) работ по капитальному ремонту общего имущества в МКД может быть дополнен другими видами услуг или работ. Анализ 26 уже принятых региональных законов по КР позволил обнаружить меры по утеплению фасада и установке приборов учета только в 8 из них: Кировской, Московской, Нижегородской, Пензенской и Челябинской областях, а также в республиках Адыгея, Калмыкия и Татарстан. В законе Республики Татарстан в перечень также включено проведение энергетического обследования многоквартирного дома.

**Возможности повышения энергоэффективности жилых зданий за счет их капитального ремонта оказались существенно урезанными.** Опыт г. Москвы по снижению удельного теплопотребления зданий на 56-62% по итогам капитального ремонта<sup>54</sup> масштабно воспроизводиться не будет, поскольку он включал намного более широкий набор мер, чем очерчен ФЗ-417, и в дополнение к мерам в местах общего пользования – также большой набор мероприятий в квартирах.

## 7.2. Зарубежный опыт стимулирования повышения энергоэффективности в зданиях

В ЕС ведется подсчет мер политики по повышению энергоэффективности в секторе зданий. В Германии их число равно 48, в Италии – 44, в Великобритании – 40, во Франции – 28. В России этих мер пока меньше, чем в перечисленных странах, но уже больше, чем в Греции<sup>55</sup>. Наиболее значимыми директивами ЕС по повышению энергоэффективности в зданиях являются: Директива об энергетических характеристиках зданий (Energy Performance of Buildings Directive – EPBD-2002/91/EC), Директива об энергетических услугах (Directive on Energy End-Use Efficiency and Energy Services – 2006/32/EC) и Директива об эко-дизайне (Ecodesign requirements for energy-using products – 2005/32/EC). В ряде стран к зданиям применяется схема «белых сертификатов». В Австрии, Венгрии, Польше и Словении используется схема ЭСКО. Во многих странах запущены программы сертификации зданий по классам энергоэффективности и по удельным выбросам парниковых газов.

<sup>53</sup> А.Ю. Табунщиков. Энергоэффективные здания и инновационные инженерные системы. АВОК. № 1. 2014.

<sup>54</sup> А.Ю. Табунщиков. Энергоэффективные здания и инновационные инженерные системы. АВОК. № 1. 2014.

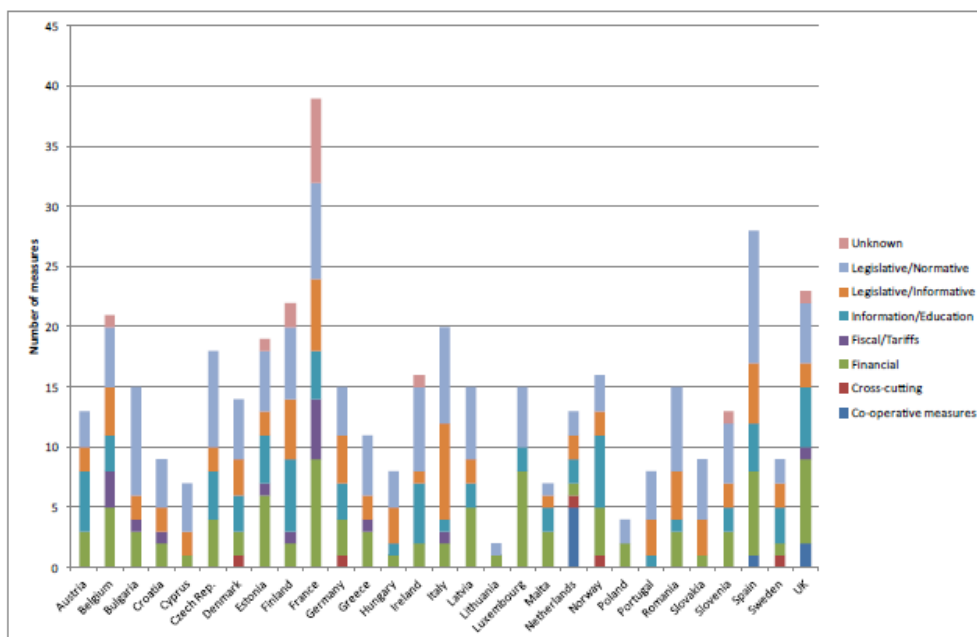
<sup>55</sup> Energy Efficiency Trends and Policies in the Household & Tertiary sectors in the EU 27. November 2009 // ADEME Editions. - Paris. 2009. - 113 p.



За последние 40 лет накоплен богатый зарубежный опыт реализации политики по повышению энергоэффективности в зданиях. В отдельных странах ЕС реализуется одновременно до 38 мер политики в жилищном секторе, а в среднем в одной стране около 10 мер (рис. 7.1). Основными мерами политики по повышению энергоэффективности в зданиях являются:

- нормирование параметров энергоэффективности зданий с помощью СНиП;
- нормирование параметров энергоэффективности бытового оборудования с помощью стандартизации;
- сертификация и маркировка зданий и оборудования по уровням энергоэффективности;
- госзакупки только зданий и оборудования высоких классов энергетической эффективности;
- использование механизма энергосервисных контрактов;
- повышение энергоэффективности за счет средств ресурсоснабжающих компаний за счет реализации программ интегрированного энергетического планирования, управления спросом, схемы белых сертификатов и стандартов на ресурс энергоэффективности;
- финансирование с оплатой из счетов за энергоснабжение;
- программы льготного кредитования, включая схемы льготного ипотечного кредитования энергоэффективных зданий и «зеленых» зданий;
- предоставление бюджетных субсидий;
- предоставление льгот по налогам;
- партнерство власти и бизнеса в разработке и продвижении на рынок новых технологий;
- инвентаризация фонда зданий и совершенствование статистики;
- энергетические обследования;
- информационные кампании.

**Рисунок 7.1 Число мер политики повышения энергоэффективности в жилых зданиях стран ЕС**



Источник: W. Eichhammer, B. Schломann and C. Rohde. Financing the Energy Efficient Transformation of the Building Sector in the EU. November 2012. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI.

**Директива 2012/27/EU по энергоэффективности** была принята 25 октября 2012 г. В соответствии с ней государства-члены ЕС должны принять долгосрочную стратегию по мобилизации инвестиций в реконструкцию коммерческих, жилых, общественных и частных зданий. Данная стратегия должна включать в себя:

- инвентаризацию национального фонда зданий и сооружений на основе использования данных статистики;
- выявление экономически эффективных подходов к реконструкции в зависимости от типа здания и климатической зоны;
- меры политики по стимулированию экономически эффективной «глубокой реконструкции» зданий, включая поэтапную «глубокую реконструкцию»;
- перспективную концепцию по руководству и управлению инвестиционными решениями частных лиц, строительной промышленности и финансовых учреждений;
- основанную на фактических данных оценку ожидаемой экономии энергии и другие выгоды, которые могут быть достигнуты в рамках стратегии.

Страны-члены ЕС должны принять меры для предоставления потребителям, у которых нет приборов учета, точных расчетов объемов потребления до 31 декабря 2014 г. Потребители, оснащенные приборами учёта и получающие счета на основе фактического потребления, должны иметь легкий доступ к истории платежей. Доступ к информации должен предоставляться на безвозмездной основе.

Важными мерами Директивы в части зданий и систем теплоснабжения являются:

- ежегодные обязательства дистрибьюторов энергии и/или розничных энергосбытовых компаний по стандартам экономии энергии в размере 1,5% от продаж энергии их конечным потребителям. Государства-члены могут

подсчитать экономию энергии, которая была достигнута в секторах преобразования, распределения и передачи энергии, включая эффективную инфраструктуру отопления и охлаждения, для достижения этой цели;

- обязательство ремонта (модернизации) 3% от общей площади отапливаемых и/или охлаждаемых зданий в государственном секторе (бюджетной сфере), которые принадлежат или заняты учреждениями центральных правительств;
- закупки для центральных правительств только продуктов и услуг с высоким уровнем энергоэффективности;
- долгосрочная национальная стратегия по реконструкции зданий, в том числе коммерческих, жилых, общественных и частных;
- энергетический аудит и внедрение систем управления для крупных компаний;
- к 31 декабря 2015 г комплексная оценка потенциала высокоэффективного комбинированного производства тепла и энергии, централизованного отопления и кондиционирования с обновляемыми докладами за каждые пять лет;
- поддержка рынка энергосервиса;
- если экономическая состоятельность когенерации подтверждена, то страны-члены ЕС должны принять все необходимые меры для создания инфраструктуры, обеспечивающей развитие высокоэффективной когенерации;
- анализ экономической эффективности возведения источников энергии и развития тепловых сетей должен проводиться при подготовке документации по возведению или капитальному ремонту источника энергии мощностью свыше 20 МВт;
- страны-члены ЕС должны проводить оценку потенциала экономии энергии в тепловых сетях и обеспечивать доступ в сети энергии от микрогенерации.

**Нормирование параметров энергоэффективности зданий с помощью СНИП** – основной инструмент повышения энергоэффективности в зданиях, применяемый уже много лет и доказавший свою эффективность. Национальные строительные нормы и правила устанавливают минимальные требования к энергетическим характеристикам зданий и их элементов. Это касается не только вновь возводимых зданий, но и подлежащих капитальному ремонту. Требования определяются исходя из оптимального уровня затрат, которые необходимо произвести для повышения энергоэффективности здания в течение его жизненного цикла. В ЕС все новые здания после 2020 г. должны соответствовать критерию «почти нулевых» зданий (nearly zero-energy buildings), а правительственные здания – с 2018 г. СНИП регулярно пересматриваются (1 раз в 3-5 лет), и их требования ужесточаются. Многие страны ЕС уже в существующих СНИП определили перспективы повышения требований к энергоэффективности зданий до 2020 г. Для эффективного внедрения этой меры предпочтительно, чтобы такие требования, как установка индивидуальных приборов учёта, энергоменеджмент для больших зданий, регулярная проверка систем отопления, вентиляции и кондиционирования дополняли законодательную базу в этой области.

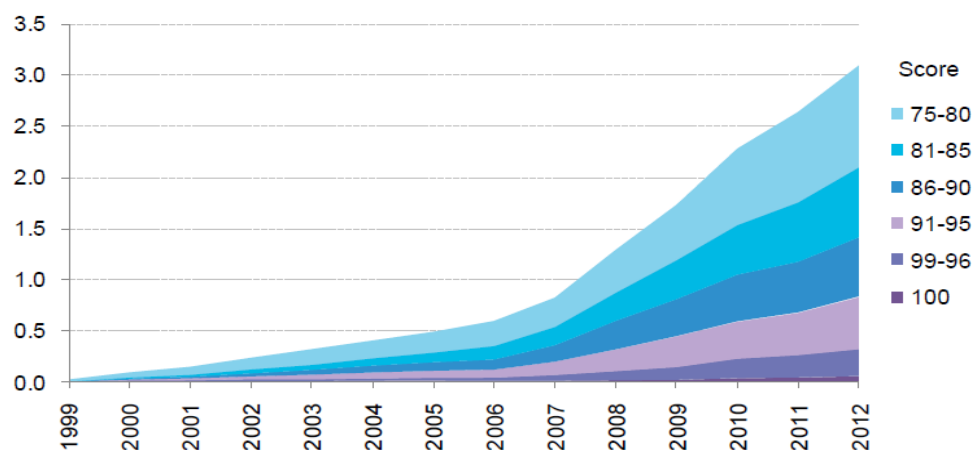
**Стандарты энергоэффективности для типового оборудования.** В США еще в 1975 г. был принят закон, обязывающий Министерство энергетики США установить добровольные стандарты энергоэффективности. В 1978 г. ему на смену пришел закон, требующий устанавливать обязательные стандарты и дающий федеральным стандартам приоритет над стандартами штатов. В 1987 г. был принят закон (с дополнениями 1988 г.) о Национальных стандартах энергоэффективности для приборов, определивший стандарты

для 12 категорий оборудования. Закон об энергетической политике 1992 г. установил стандарты еще для 9 категорий оборудования, включая кондиционеры и водоподогреватели, осветительные приборы, душевые головки, системы водосмыва в унитазах и писсуарах. Он также установил добровольные национальные системы сертификации продукции (например, окон и некоторых видов офисного оборудования). Всего в настоящее время установлены обязательные стандарты на 14 групп оборудования, включая печи, котлы и электродвигатели.

Важной мерой повышения энергоэффективности в ЕС стала Директива 2005/32/ЕС по эко-дизайну, которая устанавливает стандарты на 40 видов общепромышленного оборудования (включая электродвигатели, насосы, холодильное оборудование, системы освещения, печи, водоразборное оборудование и др.), а также Директива по ТЭЦ 2004/8/ЕС<sup>56</sup>. Стандарты вводятся на всей территории ЕС поэтапно с постепенным ужесточением требований. В 2009 г. были приняты 10 стандартов, включая стандарты по энергоэффективным двигателям и насосам, а также для офисного освещения. На каждом этапе стандарты постепенно ужесточаются. В Китае введены стандарты для 30 основных энергопотребляющих электробытовых приборов.

**Сертификация и маркировка зданий и оборудования по уровням энергоэффективности.** В США в дополнение к стандартам несколькими нормативными актами были запущены программы маркировки: сначала ENERGYGUIDE для бытовых электроприборов, а затем добровольная система маркировки «Energy Star» для офисного оборудования, БЭП, котлов и печей, систем бытового освещения, окон и продуктов для крыш и, наконец, зданий. Для зданий используется балльная система маркировки, и площадь получивших сертификат зданий сферы услуг и бюджетной сферы растет по экспоненте (рис. 7.2).

**Рисунок 7.2** Площадь зданий сферы услуг и бюджетной сферы США, получивших рейтинг «Energy Star» в 1999-2012 гг. (млрд кв. футов)<sup>57</sup>



Source: US EPA, Bloomberg New Energy Finance

Всего в настоящее время в США системы маркировки применяются для 38 групп оборудования, включая печи, котлы и трансформаторы<sup>58</sup>. Свои системы маркировки есть в Японии, Южной Корее, Китае и др. странах. Члены ЕС также используют маркировку

<sup>56</sup> Energy Efficiency Trends and Policies in the Industrial Sector in the EU-27. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. 2009.

<sup>57</sup> При переводе в м<sup>2</sup> нужно поделить примерно на 9.

<sup>58</sup> North American Energy Efficiency Standards and Labeling. North American Energy Working Group.

оборудования и зданий. Они обязаны ввести систему сертификации использования энергии в новых и существующих зданиях. Срок действия таких сертификатов – не более пяти лет. Большинство стран также включили в сертификаты классы энергоэффективности зданий, что делает ситуацию с энергетическими характеристиками зданий для потребителей более понятной и прозрачной.

**Повышение энергоэффективности за счет средств ресурсоснабжающих компаний – схема обязательств по повышению энергоэффективности.** МЭА рекомендует<sup>59</sup> правительствам и органам, регулирующим деятельность энергоснабжающих предприятий, обратить внимание на внедрение механизмов, повышающих заинтересованность компаний в реализации энергосберегающих схем для конечных потребителей, таких как введение законодательной нормы, которая разделяет доход предприятия и продажу электроэнергии, что позволит предприятиям компенсировать снижение доходов, причиной которого является внедрение энергосберегающих схем. Альтернативой может служить введение для энергетических компаний обязательств по энергоэффективности, строгость которых должна периодически повышаться в зависимости от текущей прибыльности услуг энергоснабжения; причем данные обязательства могут продаваться и действовать таким образом, чтобы расходы предприятий покрывались за счет тарифов. МЭА также рекомендует сделать возможной реализацию мер по энергоэффективности на энергетических рынках на той же основе, что и реализацию услуг по поставкам электроэнергии, и применять другие меры, побуждающие энергоснабжающие предприятия активно участвовать в финансировании и/или распространении энергосберегающих мероприятий среди своих клиентов.

В США программы интегрированного энергетического планирования, управления спросом были введены законом ПУРПА в 1978 г. В последние 10 лет в США этот механизм реализуется в двух основных формах:

- «декаплинг», когда доход энергоснабжающей (электро- или газоснабжающей) компании не зависит от объема проданной энергии: при его росте за пределы установленного РЭК уровня тариф снижается, а при снижении – растет. Таким образом, реализуя программы повышения энергоэффективности, энергоснабжающая компания получает больший доход на каждый проданный кВт-ч или м<sup>3</sup> газа;
- энергоэффективные обязательства – стандарт на ресурс энергоэффективности (energy efficiency resource standards – EERS) – задание по объему экономии энергии у потребителей, обслуживаемых энергоснабжающей (электро- или газоснабжающей) компанией, определенный в долях от объема ее продаж за предыдущий год.

Этот источник финансирования быстро растет. Еще в 2006 г. на него приходилось только 1,9 млрд долл. При невыполнении обязательств электроснабжающая или газоснабжающая компания платит штраф.

Схема энергоэффективных обязательств «белые сертификаты» опробована в ряде стран ЕС: Италии, Франции, Великобритании, Дании и Бельгии, и ее применение начато в Польше. На цели повышения эффективности использования энергии у потребителей ежегодно в ЕС расходуется около 2 млрд евро. В разных странах это 1-5% от объема выставленных потребителям счетов.

<sup>59</sup> 25 рекомендаций по мерам политики повышения энергоэффективности. Редакция 2011 г. ОЭСР/МЭА. Париж.



Архитектура схемы «белые сертификаты» различается по странам. Объектами программы являются в Италии и Великобритании электро- и газоснабжающие компании, в Дании – электро-, газо-, тепло- и нефтеснабжающие компании, в Бельгии – компании электрораспределительных сетей, во Франции – все поставщики энергии. Целевые установки по экономии во всех схемах устанавливает правительство. Администраторами программ являются правительства или органы регулирования естественных монополий. Задания по экономии даются либо в форме объемов годовой экономии электроэнергии, либо в форме объемов годовой экономии первичной энергии. Санкции за невыполнение обязательств применяются в Италии, Великобритании и Бельгии. Торговля сертификатами имеет место везде, кроме Бельгии. Годовые расходы только в этих пяти странах составляют 1330 млн евро, из которых 900 приходится на Великобританию.

В рамках схемы «белых сертификатов» в Дании (задание по снижению потребления энергии за счет энергосбережения на 1% в год) ежегодно расходуется 32,3 млн евро. Во Франции эта схема была введена в 2005 г. Был установлен список из 210 типовых мер с заданиями по экономии. Целевая установка была «разнесена» по разным ресурсам и разным энергоснабжающим компаниям в зависимости от их доли на рынке. Из задания по экономии 54 млрд кВт-ч на электроэнергию пришлось 31 млрд кВт-ч, на газ – 14 млрд кВт-ч, на другие виды топлива – 7 млрд кВт-ч. Число компаний-участников программы составило 2500. Первый этап реализации программы длился в 2006-2009 гг. и был продлен до 2010 г. Второй этап начался в 2011 г. Задание по суммарной экономии на второй этап – 255 млрд кВт-ч, а кроме того, еще 90 млрд кВт-ч – для компаний, торгующих автомобильным топливом. Штраф за невыполнение обязательств составляет 2 евроцента/кВт-ч, тогда как средние расходы по программе равны 1 евроценту/кВт-ч. Выплата штрафа освобождает от обязательства по экономии. Доля промышленности в обороте сертификатов составляет 9,2%.

Польша объявила о введении этой меры в 2009 г. Белые сертификаты должны торговаться на Варшавской товарной бирже. Компании, которые не будут иметь сертификатов, будут обязаны платить компенсирующий штраф в размере 180 евро/тут в рамках задания на экономию энергии. Этот штраф установлен на довольно высоком уровне, чтобы мотивировать энергоснабжающие компании вкладывать средства в повышение энергоэффективности. Стоимость реализации программы «белых сертификатов» в Польше оценивается в 0,4-0,6 млрд евро в течение 2-3 первых лет и 2,4-3,6 млрд евро в 2011-2020 гг., то есть в среднем 300 млн евро в год. Экономия энергии должна достичь 0,3 млрд евро в 2013 г. и 2,6 млрд евро в 2020 г.

Согласно Директиве 2012/27/EU по энергоэффективности, минимальной целью должна стать экономия 1,5% энергии от общего годового объема реализации энергии бытовыми или сетевыми компаниями их конечным потребителям начиная с 1 января 2014 г. Из этой схемы исключаются потребители, работающие на рынке квот на выбросы, но могут быть включены электроснабжающие, газоснабжающие, теплоснабжающие компании и розничные продавцы топлива. Директива накладывает обязательства на страны-члены по изъятию тех мер в части установления тарифов на передачу и распределение, которые мешают повышению энергоэффективности, или мер, которые могут затруднить влияние спроса на балансирующий рынок.

**Механизм оплаты займа на реализацию мер по повышению энергоэффективности из счета за энергию** в последние годы стал развиваться в рамках схемы энергоэффективных обязательств. В этом случае энергоснабжающая компания привлекает средства и инвестирует их в повышение энергоэффективности у потребителя, который возвращает затраты за счет оплаты их в рассрочку в составе счета за энергию таким образом, что, как правило, но не всегда, объем получаемой экономии равен дополнительному платежу, а



общая сумма счета не возрастает. Список мер при реализации такой схемы заранее определен.

Такая схема реализуется в штате Орегон с 2009 г. в рамках программы USA – Clean Energy Works Program (CWER). Домовладелец может получить средства на полное возмещение мер по экономии энергии под фиксированный процент на 20 лет. Этот заем выплачивается из счетов за энергоснабжение. Энергоснабжающая компания предоставляет банку платежную историю клиента по счетам за 12 месяцев. Этот банк управляет револьверным фондом, в который поступили средства города. В качестве партнеров в этой схеме участвуют три энергоснабжающие компании (Portland General Electric, Pacific Power и Northwest Natural) и группа консультационных компаний, специализирующихся в области повышения энергоэффективности. В г. Сан-Диего компания San Diego Gas and Electric Program (SDG&E) сама предоставляет кредиты на реализацию энергосберегающих мер с выплатой долга в составе счета за энергоснабжение.

С 2010 г. в Великобритании запущена программа «Теплые дома, Зеленые дома», которая включает новую форму «зеленого финансирования», основанную на модели расплаты из счетов. Правительство предполагает обеспечить примерно 1/3 финансирования утепления зданий. Семьи, вместо того чтобы авансировать оставшуюся сумму, могут получить финансирование в форме расплаты из счетов. Финансирование будет предоставлено частным сектором, банками и др. финансовыми организациями и обеспечиваться будущей экономией на счетах. Долг будет закрепляться за зданием, а не за домохозяйством, что снимает риск смены местожительства домохозяйства.

**Предоставление бюджетных субсидий.** В США на программу утепления жилищ малоимущих в 2012 г. было запланировано истратить 394 млн долл. (258 млн долл. в 2010 г.). Она нацелена на утепление зданий для малоимущих и демонстрацию новых технологий. Департамент жилищ и городского развития потратил на конкурсной основе 65 млн долл. на поддержку капитального ремонта жилых домов, включая МКД, в расчете 15000 долл. на одно жилище (дом или квартиру). Размер поддержки для МКД по этой программе может достигать до 4 млн долл. Департамент здоровья и услуг населению США реализует программу LINEAP с бюджетом 5 млрд долл. в год. Это программа помощи малообеспеченным семьям по оплате счетов за топливо и энергию. Эти деньги распределяются по штатам и выплачиваются, как правило, в виде субсидий энергоснабжающим и топливоснабжающим компаниям. Программа LINEAP реализуется в тесной связи с программой утепления домов малоимущих (weatherization), но прямо не относится к деятельности по повышению энергоэффективности и здесь не учитывалась.

В Эстонии в 2010 г. KredEx начал выдавать гранты на реконструкцию МКД в размере 15-35% от общей стоимости проекта. Грант представлял собой дополнение к кредиту для уменьшения минимального взноса. Грант финансировался за счет продажи Люксембургу неиспользованных Единиц Установленного Количества согласно схеме Целевых Экологических Инвестиций Киотского Протокола. Для получения гранта в размере 15% энергосбережение в МКД должно составить не менее 20% для домов площадью до 2000 м<sup>2</sup> и не менее 30% для домов площадью более 2000 м<sup>2</sup>. После проведения данных работ здание должно быть не ниже класса энергетической эффективности E. Для получения гранта в размере 25% работы должны включать: реконструкцию системы отопления, установку устройств регулирования, замену окон и др. После данных работ энергосбережение должно составить не менее 40%, и здание должно соответствовать классу энергетической эффективности D. Для получения гранта в размере 35% необходимо установить системы вентиляции с теплоотдачей и достичь экономии не менее 50%, а здание должно достичь класса энергетической эффективности C. К концу 2010 г.





54 жилых дома получили гранты на общую сумму 890 тыс. евро, а средняя экономия по ним составила 33%.

С 2003 г. Эстония оказывает поддержку работам, связанным с реконструкцией и восстановлением основных конструкций жилых домов, построенных до 1990 г. Субсидия покрывает 10% от стоимости этих работ. Для получения такой субсидии необходимо представить отчет по энергоаудиту, на составление которого также может быть передана финансовая помощь в размере 50%, но не более 700 евро. Еще 4000 евро могут быть предоставлены на разработку проекта реконструкции. Помощь оказывается на основании заявок, поданных в местные органы власти, которые подписали договор о сотрудничестве с KredEx. В 2003-2010 гг. KredEx выделил субсидии на поддержку технической инспекции, включая энергоаудит, для 5592 жилых домов. Общий объем субсидий составил 1,85 млн евро для 6043 ТСЖ.

До 2013 г. правительство Великобритании реализовывало программу «Теплый фронт». Это программа помощи малоимущим, у которых доход не превышает 27 тыс. долл. в год. По этой программе правительство Великобритании израсходовало 167 млн долл. из пакета субсидий на экологические «дружественные» проекты, составляющего 894 млн долл. Максимальная субсидия по этой программе могла достигать в зависимости от условий от 6 до 10 тыс. долл.

Многие страны ЕС используют субсидии и налоговые стимулы, чтобы стимулировать покупку энергоэффективных электробытовых и осветительных приборов в жилом секторе и проводить капитальный ремонт по энергосберегающим проектам (табл. 8.4).

В Австрии условия по предоставлению финансовых стимулов различаются от кантона к кантону. Общие затраты на предоставление финансовых стимулов в 2005-2009 гг. составляли ежегодно 2,85 млрд евро, из которых 550 млрд евро направлялось на капитальный ремонт зданий. Согласно оценкам, эти инвестиции позволили сэкономить в 2010 г. 4 ТВт-ч за счет инвестиций в ограждающие конструкции зданий и 3 ТВт-ч за счет повышения энергоэффективности систем теплоснабжения. В Болгарии система финансовой поддержки осуществлялась посредством кредитной линии, а гранты составляли 20%, но не более 850 евро. Объемы затрат по программе составили 50 млн евро, а сумма предоставленных грантов – 10 млн евро. Объем сэкономленной энергии оценивался в 2011 г. на уровне 48 ГВт-ч.

**Предоставление льгот по налогам.** Экологические налоги включают энергетические налоги, транспортные налоги и налоги на использование природных ресурсов и загрязнение. На долю налогов на энергию приходится около 75% поступлений от всех экологических налогов. Налоги на энергию платит бизнес, домохозяйства как потребители и бюджетные организации. Домохозяйства платят в разных странах ЕС от 20 до 60% этого налога, а бизнес – 25-75%. Доля бюджетных организаций довольно мала. Пять стран (государства Скандинавии и Германия) ввели в стоимость топлива дополнительный налог – обычно он называется налогом на выбросы CO<sub>2</sub> или экологическим налогом.

Налоговые льготы в жилищном секторе США предоставляются в основном в форме налоговых кредитов. Основная часть налоговых кредитов – 3,2 млрд долл. – это налоговые льготы жилому сектору. Они введены законом об энергетической политике (ЗЭП) 2005 г. в форме налоговых вычетов сначала для новых жилых домов, а с 2010 г. – и для существующих. Эти налоговые вычеты применимы к расходам на повышение энергоэффективности: на окна, другие элементы ограждающих конструкций (двери, крыши, если они специальным образом покрыты), системы отопления, котлы, водонагреватели, тепловые насосы, кондиционеры и т.д. Американский закон о восстановлении и инвестировании повысил ставку налогового кредита до 30% от стоимости улучшений, подпадающих под определенные законом категории (с 10% ранее),



от объема расходов, которые квалифицируются как улучшение, связанное с повышением энергоэффективности. Повышен был максимальный размер кредита до 1500 долл. США на одно улучшение, но не более 200 долл. может быть отнесено кредитом на окна. Налоговые кредиты производителям энергоэффективного бытового оборудования составили 150 млн долл. в 2010 г. против 83 млн долл. США в 2007 г. Льгота ограничивается размером до 2% от валового дохода компании в течение трех предыдущих лет. В 2011 г. этот уровень был повышен с 2% до 4%.

Налоговые кредиты, которые предоставляются строителям за строительство новых энергоэффективных домов, были установлены ЗЭП в 2005 г. Они предоставляют налоговый кредит в размере 2000 долл. за новый построенный энергоэффективный дом. Для получения такого кредита дом должен сэкономить 50% энергии по сравнению с международным стандартом по энергоэффективности. Размеры этого налогового вычета составили 21 млн долл. в 2007 г. и 20 млн долл. в 2010 г. Еще одним законом были предоставлены налоговые кредиты в размере 39 млн долл. в 2010 г. ряду компаний-производителей энергоэффективного оборудования (полупроводников, стиральных машин с высоким уровнем энергоэффективности и т.п.).

За покупку и установку солнечных панелей, нагревателей и топливных элементов предоставляется 30% налоговый кредит (от стоимости оборудования). В 2010 г. его сумма составила 220 млн долл.

В Нидерландах в рамках схемы «Зеленые инвестиции» компании могут выводить из налогооблагаемой базы до 36% стоимости экологически дружелюбного оборудования. Доля зависит от экологического эффекта. Список оборудования для предоставления этой льготы ежегодно уточняется. В Нидерландах разрешается выводить из налогооблагаемой базы корпоративного налога до 40% от стоимости проектов. Стоимость проекта в среднем снижается на 11%. Кроме того, существует схема ускоренной амортизации для экологически «дружелюбного оборудования» (список из 400 видов оборудования) вплоть до полной амортизации в течение одного года. Углеродный Фонд (Carbon Trust) Великобритания предоставляет 100%-е освобождение от налогов на энергоэффективное оборудование в год его покупки.

Во Франции налоговые кредиты на проекты по повышению энергоэффективности составили 1,9 млрд евро. В Италии инвестор может получить налоговый кредит в размере 55% сроком до 10 лет на работы по улучшению энергетических характеристик здания. В 2012 г. снижение по налоговому кредиту могло составить 5%, в 2013 г. – 20%. Такие послабления предоставляются только в отношении зданий, имеющих энергетические сертификаты.

Модернизация зданий или повышение эффективности систем теплоснабжения в Италии поддерживается фискальными вычетами до 30 тыс. евро и включает установку тепловых насосов и конденсационных бойлеров. В случае установки солнечных панелей фискальные вычеты могут составлять до 60 тыс. евро. Такая же сумма гарантируется в случае проведения капитального ремонта ограждающих конструкций, которые подпадают под действие Указа Министерства экономического развития от 2010 г., который устанавливает и-показатели (тепловые потери) для крыши, стен, фундамента и оконных конструкций 6 климатических зон, и их выполнение обязательно для получения финансовой поддержки.

Для поощрения реализации еще более энергоэффективных мероприятий предусмотрены фискальные вычеты до 100 тыс. евро за капитальный ремонт ограждающих конструкций и гранты за улучшение энергетических характеристик зданий более чем на 20% по сравнению с показателями, определяемыми Указом.



В Польше проекты, претендующие на финансовую поддержку, финансируются в рамках “Thermo-Modernization Program”, которая направлена на улучшение энергетических характеристик зданий, снижение потерь в тепловых сетях и замену традиционных источников тепловой энергии альтернативными источниками энергии. По завершении проектов инвесторы получают премию до 20% займа, но не более 16% фактически произведенных затрат и не более двойной ежегодной экономии на коммунальных платежах. Чтобы получить финансовую поддержку, необходимо представить отчет по результатам проведенного энергоаудита, который бы описывал технические и экономические результаты проекта. Начиная с 2007 г. ежегодная финансовая поддержка в рамках этой программы составляла 23-70 млн евро.

В Китае ЭСКО предоставляются налоговые каникулы и льготы<sup>60</sup>. Начиная с января 2011 г. в рамках контрактов, удовлетворяющих условиям выделения субсидий на экономию энергии, не выплачивается налог на доход и НДС. ЭСКО не платят налог на доход в течение первых трех лет с начала проекта и только 50% налога в течение последующих трех лет. Эта реформа позволила снизить НДС на проекты по утилизации вторичного тепла с 14,5% до 10%, а затем и до нуля<sup>61</sup>.

**Программы льготного кредитования, включая схемы льготного ипотечного кредитования энергоэффективных зданий и «зеленых» зданий.** В Эстонии KredEx и СЕВ подписали кредитное соглашение, предусматривающее выделение 29 млн евро на финансирование повышения энергоэффективности МКД, построенных до 1993 г. Далее средства направлялись через коммерческие банки на льготных условиях для конечных получателей кредита, т.е. ТСЖ, жилищных кооперативов или сообществ владельцев квартир. Минимальная сумма кредита составляла 6940 евро, а проценты по кредиту, фиксированные в течение 10 лет, составляют около 5% годовых. Условием для выдачи кредита являлось наличие результатов энергоаудита, поскольку деньги выдавались только на работы, указанные в Отчете по энергоаудиту. Средняя сумма кредита составила около 84 тыс. евро при среднем размере здания 2552 м<sup>2</sup> и средней экономии энергии 33,2%.

В Великобритании малый и средний бизнес может получить беспроцентный кредит. По этой программе было выдано 2100 кредитов на сумму 72 млн фунтов стерлингов. Экономия составила 24 млн фунтов стерлингов в год. Углеродный Фонд (Carbon Trust) предоставляет кредиты малым и средним предприятиям размером до 400 тыс. фунтов (из общей суммы 155 млн евро) на беспроцентной основе. Во Франции действует механизм «Зеленых кредитов» с бюджетом 500 млн евро также для малого и среднего бизнеса, который позволяет снизить ставку процента и дает гарантии по кредитам. В Болгарии открыта кредитная линия ЕБРР по финансированию проектов по повышению энергоэффективности и развитию возобновляемых источников энергии размером 50 млн евро. В зачет 7,5% основной части долга выдается грант. В ЕС предоставляют гарантии из бюджета по займам во Франции, Чехии и Словакии. В Болгарии действует Болгарский Фонд Энергосбережения, который предоставляет гарантии по обязательствам ЭСКО в размере 5% от портфеля их обязательств, а также гарантии по кредитам частных банков на проекты по повышению энергоэффективности.

**Партнерство власти и бизнеса в разработке и продвижении на рынок новых технологий.** Основным инструментом государственно-частного партнерства в промышленности и других секторах США является партнерство по участию в расходах на НИОКР. В его рамках государство берет на себя часть расходов на НИОКР и

<sup>60</sup> Эта мера была объявлена в начале 2010 г. Однако на подготовку нормативных документов ушел почти год. Похоже на Россию.

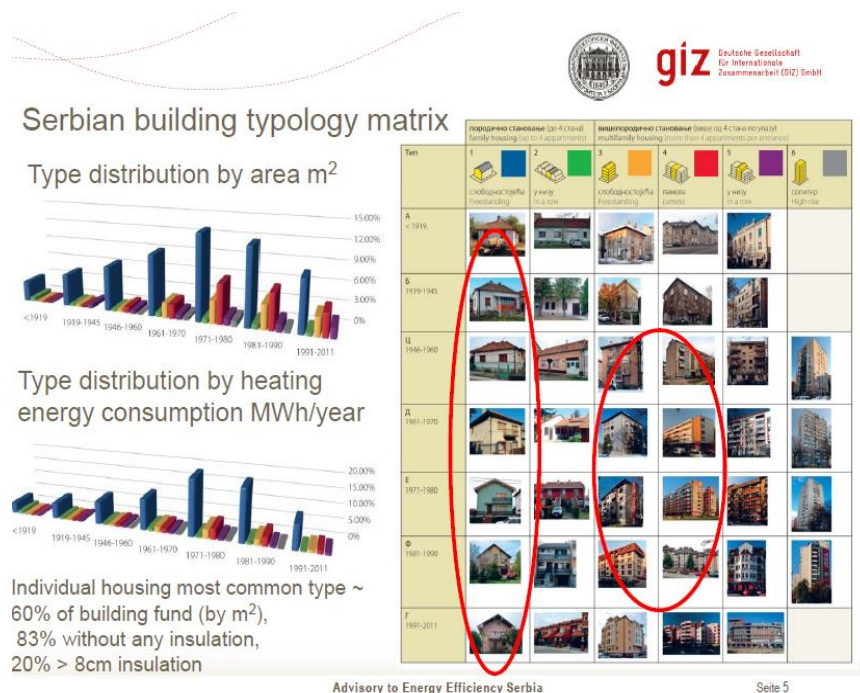
<sup>61</sup> Chandler, W., Gwin, H., Chen, S. 2011. Financing Energy Efficiency in China: 2011 Update. Energy Transition Research Institute. Annapolis, MD.

продвижение на рынок новых технологий. В 2010 г. США выделили 202 млн долл. на программы развития новых технологий в секторе зданий<sup>62</sup>.

**Энергетические обследования.** В Бельгии правительство оплачивает 50% расходов на проведение энергетического обследования, разработку ТЭО по энергосберегающим проектам и установку оборудования для информационных систем сбора информации о потреблении энергии (для компаний, заключивших добровольные соглашения – 75%). В Финляндии предоставляются субсидии от правительства в размере 40% расходов на проведение энергетического обследования, а также в размере 25-35% на приобретение новейшего энергоэффективного оборудования и 15-20% – на приобретение традиционного энергоэффективного оборудования.

**Инвентаризация и типология фонда зданий и совершенствование статистики.** Во многих странах проводится активная работа по совершенствованию статистики и по типологии жилых зданий<sup>63</sup>. Это позволяет на основе сравнительно малых выборок детально оценить характеристики теплозащиты зданий, структуру и уровни потребления энергии и на этой основе существенно повысить адекватность разрабатываемых программ и мер политики по повышению энергоэффективности в зданиях (рис. 7.3). Без адекватной статистической базы ни разрабатывать такие программы, ни вести их мониторинг невозможно.

**Рисунок 7.3 Пример типологии жилых зданий Сербии**



Источник: L. Jarczyński and D. Ignjatović. Building Typology and Data Management System in Serbia – Instruments for Calculating, Measuring and Reporting Emissions. 14th CTI Workshop. Berlin, September 27, 2013

<sup>62</sup> Department of Energy FY 2012 Congressional Budget Request Budget Highlights. February 2012 Office of Chief Financial Officer.

<sup>63</sup> L. Jarczyński and D. Ignjatović. Building Typology and Data Management System in Serbia – Instruments for Calculating, Measuring and Reporting Emissions. 14th CTI Workshop. Berlin, September 27, 2013; V. Hasse. Climate Protection through Energy Efficiency in Existing Buildings KEEG / Study to Develop a Heating Energy Demand Baseline for Existing Residential Buildings in Northern China. 14th Workshop of the BMU Climate Technology Initiative (CTI) Berlin, 26-27 September 2013.

**Информационные кампании, обучение и подготовка специалистов.** Департамент труда США израсходовал 500 млн долл. на программы подготовки в сфере энергоэффективности и возобновляемых источников энергии, на обучение и подготовку специалистов в области постройки и проектирования зданий (архитекторы, проектировщики, разработчики, строители, строительные и монтажные подрядчики, финансисты др.). Информационные кампании, сайты, на которых можно найти в дружественном формате информацию о возможностях снижения потребления энергии в жилых и общественных зданиях, горячие линии, листовки, плакаты, информационные брошюры, развитие консультационного бизнеса в этой сфере – все это помогает принять правильные решения об инвестировании в повышение энергоэффективности в зданиях.

**Меры по стимулированию развития малой энергетики.** Директива 2012/27/EU по энергоэффективности накладывает обязательства на страны-члены по:

- обеспечению предоставления доступа потребителей к передаче и распределению электричества от когенерационных станций высокой эффективности, предоставлению приоритетного или гарантированного доступа энергии от ТЭЦ в электросети;
- облегчению подключения к сетям высокоэффективных источников малой и микрогенерации путем установления уведомительного порядка по установке малой генерации и сокращению согласовательных процедур для индивидуальных домохозяйств;
- изъятию тех мер в части тарифов на передачу и распределение, которые пагубно влияют на эффективность в целом (включая энергоэффективность) или могут затруднить влияние спроса на балансирующий рынок.

**Нынешние и ожидаемые объемы финансирования мер в сфере повышения энергоэффективности в зданиях и сочетание источников финансирования.** На долю жилищного сектора приходится 23% всех расходов на повышение энергоэффективности в США, 27% в Китае и 48% в ЕС. Всего только в трех перечисленных регионах расходы на повышение энергоэффективности в жилищном секторе в 2011 г. превысили 102 млрд долл. (табл. 7.1).

На долю мер по повышению энергоэффективности приходится около 20% расходов по проектам, в составе которых они реализуются. На бюджетные источники приходится 45% этих расходов в США, 10% в Китае и 25% в ЕС. Коэффициент финансового рычага в жилищном секторе невелик: 1,2 в США, 3 в ЕС и 8,6 в Китае, то есть на каждый доллар, вложенный государством, удается привлечь 1-3 долл. из других источников. Доля бюджетных источников выше, чем в других секторах, и тем выше, чем выше доля мер по повышению энергоэффективности в существующем жилом фонде. Тем не менее, в этом секторе доминируют внебюджетные источники финансирования расходов на повышение энергоэффективности (рис. 7.4).

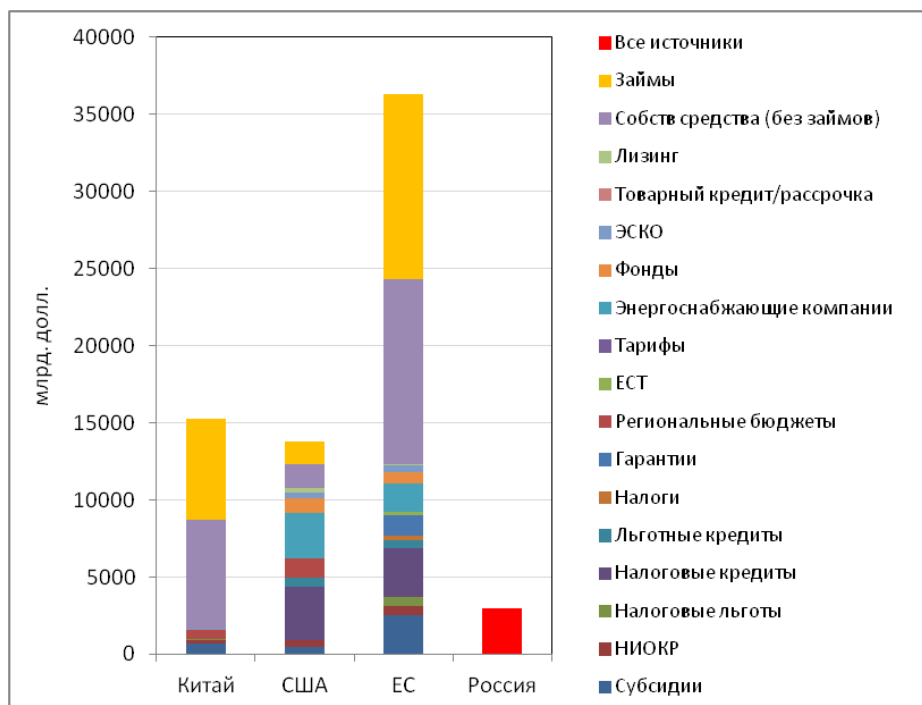
По оценке Комиссии Альянса по национальной политике повышения энергоэффективности, **в США потребность в инвестициях в повышение энергоэффективности на 2011-2030 гг. составит:** здания – 72 млрд долл. (23 млрд в 2011 г.); домохозяйства – 97 млрд долл. (24 млрд в 2011 г.). США предстоит запустить меры политики, позволяющие при удвоении расходов бюджета почти утроить среднегодовые инвестиции в повышение энергоэффективности в 2011-2030 гг. Ожидаемый коэффициент финансового рычага равен 17:1. Если учитывать налоговые льготы, то он получится равным 8:1.

**Таблица 7.1 Объемы и источники финансирования расходов на повышение энергоэффективности в жилых зданиях Китая, США и ЕС в 2011 г. (млн долл.)**

	Китай	США	ЕС
Субсидии	702	459	2522
НИОКР	200	470	562
Налоговые льготы	61	0	599
Налоговые кредиты	0	3430	3217
Льготные кредиты	0	612	466
Налоги			295
Гарантии	0	0	1318
Региональные бюджеты	624	1215	0
ЕСТ			260
Тарифы	0	0	20
Энергоснабжающие компании	0	3000	1768
Фонды	0	900	796
ЭСКО	65	400	415
Товарный кредит/рассрочка	0	0	8
Лизинг	0	300	83
Собственные средства (без займов)	7081	1501	11982
Займы	6537	1501	11982
<b>Всего</b>	<b>15270</b>	<b>13788</b>	<b>36293</b>

Источник: оценки ЦЭНЭФ

**Рисунок 7.4 Объемы и источники финансирования расходов на повышение энергоэффективности в жилищном секторе Китая, США, ЕС и России в 2011 г. (млн долл.)**



Источник: оценки ЦЭНЭФ.

В последнее время проведено несколько исследований для оценки потребности ЕС в расходах на повышение энергоэффективности на перспективу до 2020 г. и до 2050 г. Исследование «Инвестиции, необходимые для увеличения экономии энергии в

Европейском Союзе в два раза к 2020 г.»<sup>64</sup> оценивает дополнительные инвестиции в энергоэффективность для получения экономии в размере 166 млн тнэ. Для достижения этой цели, согласно оценкам, потребуются дополнительные инвестиции в размере 1633 млрд евро в 2010-2020 гг. Из них на жилые здания приходится 797 млрд евро (53 мтнэ экономии), а на сферу услуг – еще 284 млрд евро (23 мтнэ экономии).

Исследование компании Эрнст&Янг для ЕС показало, что в среднем в год потребуется 145-208 млрд евро. Если из этой суммы вычесть возобновляемые источники энергии, то получится 84-137 млрд евро, что несколько ниже оценки Экофиса и Института Фраунхофер. Распределение источников финансирования для зданий выглядит так<sup>65</sup>: 7-9 млрд евро государственных средств из общего объема 35-65 млрд евро. Еще одна оценка затрат дана в «Климатической дорожной карте 2050». Согласно этой оценке, предполагается осуществить инвестиции в энергоэффективность и сокращение выбросов парниковых газов до 2050 г. (табл. 7.2) в среднем в год в объеме 127 млрд евро. Это самая низкая оценка.

**Таблица 7.2 Инвестиции в энергоэффективность в 2010-2020 гг., оцененные на основе Климатической дорожной карты (за исключением инвестиций в электромобили), млрд евро**

Сектор	Среднегодовой объем инвестиций в 2010-2050 гг.	За 2010-2020 гг.	%
Здания**	77	765	60
Транспорт	47	473	37
Промышленность	3	30	3
<b>Всего</b>	<b>127</b>	<b>1268</b>	<b>100</b>

\* - для транспорта 2010-2030 гг.

Источник: Ecofys, Fraunhofer ISI (2011): The upfront investments required to double energy savings in the European Union in 2020. On behalf of the Regulatory Assistance Project. Utrecht/Karlsruhe, July 2011.

### 7.3. Один пример заимствования опыта

Ниже на одном примере показано, как можно было бы заимствовать зарубежный опыт. Расчеты проведены на основе данных, приближенных к данным Мосэнергосбыта. В табл. 7.3 проведена оценка базового уровня потребления электроэнергии населением на цели освещения. В России на цели освещения используется около 15% электроэнергии, отпущенной населению. При допущении о росте числа домохозяйств на 1% в год и при сохранении структуры используемых источников света на уровне базового года получается базовый уровень потребления энергии в отсутствие программы. Именно от него затем будет вестись отсчет экономии электроэнергии.

В рамках программы стимулирования замены ЛН на КЛЛ или светодиодные лампы (СДЛ) ежегодно заменяется 10 млн ЛН. Средние параметры источников света приведены в табл. 3.2. Принято допущение, что не все полученные в рамках программы КЛЛ устанавливаются в сроки ее реализации, а только 90%. Вмененная экономия при замене ЛН на КЛЛ или СДЛ оценена в 29 кВт-ч в год. Тогда ежегодно за счет установки КЛЛ и СДЛ получается дополнительная экономия 290 млн кВт-ч. За 5 лет действия программы она достигает 1450 млн кВт-ч (1% всего отпуска электроэнергии). В итоге, если базовое потребление энергии на цели освещения растёт, то фактическое – снижается.

<sup>64</sup> Ecofys, Fraunhofer ISI (2011): The upfront investments required to double energy savings in the European Union in 2020. On behalf of the Regulatory Assistance Project. Utrecht/Karlsruhe, July 2011.

<sup>65</sup> Ernst&Young. RES Financing study for the European Commission. 2011.



**Таблица 7.3 Определение базового уровня потребления электроэнергии населением на цели освещения**

Показатели	Единицы измерения	Годы					
		Базовый	1	2	3	4	5
Отпуск электроэнергии, всего	млн кВт-ч	130062	130713	131366	132023	132683	133346
Отпуск электроэнергии населению	млн кВт-ч	19509	19607	19705	19803	19902	20002
Число домохозяйств	тыс.	7804	7882	7961	8040	8121	8202
Источников света	тыс.	85841	86699	87566	88442	89327	90220
доля ламп накаливания	%	80%	70%	60%	50%	40%	31%
доля КЛЛ	%	20%	30%	40%	50%	60%	69%
Ламп накаливания	тыс.	68673	60531	52398	44274	36158	28052
КЛЛ	тыс.	17168	26168	35168	44168	53168	62168
<b>Базовое потребление электроэнергии на освещение</b>							
Базовое потребление электроэнергии	млн кВт-ч	2819	2848	2876	2905	2934	2963
Потребление электроэнергии ЛН	млн кВт-ч	2654	2680	2707	2734	2761	2789
Потребление электроэнергии КЛЛ	млн кВт-ч	166	168	169	171	173	174
Число часов использования	часов	1840	1840	1840	1840	1840	1840
Коэффициент одновременности	%	35%	35%	35%	35%	35%	35%

Источник: Расчеты ЦЭНЭФ

Результатом проекта является не только экономия электроэнергии (табл. 7.4), но и экономия мощности, которая ежегодно прирастает на 141,8 МВт, а с учетом мощности, теряемой в сетях, и необходимости резервирования мощности – 188 МВт. К концу реализации программы экономия мощности составляет 942 МВт, что равно 5% от максимального пика в московской энергосистеме (18052 МВт 24.12.2012 в часы вечернего максимума). Системы бытового освещения – важная часть вечернего максимума потребления мощности. Стоимость строительства такой мощности составляет без малого 40 млрд руб.

Допустим, что в рамках программы ЭСК приобретает КЛЛ по оптовой цене (50 руб.), которая на 10 руб. ниже минимальной розничной цены (60 руб.). При этом стоимость ЛН равна 10 руб. Тогда приростная стоимость приобретения КЛЛ составляет 40 руб. Программа компенсирует 50% от приростной стоимости КЛЛ (20 руб.) бытовым потребителям. На самом деле, оптовая цена может снижаться до 30 руб. Опыт оптовых закупок КЛЛ по такой цене есть во многих странах<sup>66</sup>. В этом случае ЭСК несла бы только расходы по администрированию программы, практически обеспечивая потребителям получение КЛЛ за полцены.

В рассмотренном варианте реализации программы затраты на компенсации равны 200 млн руб. в год, а на администрирование программы – еще 30 млн руб. в год (табл. 7.5). Если использовать в расчетах норму дисконтирования 12% при сроке службы КЛЛ 5 лет, то получаем коэффициент приведения капитальных вложений 0,277. Стоимость экономии электроэнергии получается равной 0,44 руб./кВт-ч, что в 7-10 раз ниже одноставочных

<sup>66</sup> Danish Energy Management A/S. 2011. TASK 6 REPORT (REVISED DECEMBER 2011) – FINAL REPORT. Demand-Side Management Study. Submitted to: World Bank





тарифов в Москве (3,15-4,50 руб./кВт-ч, в зависимости от наличия электроплиты). Из них для населения экономия электроэнергии обходится всего в 0,19 руб./кВт-ч, что в 16-23 раза ниже стоимости отпуска электроэнергии. Если все затраты по программе отнести на экономию мощности, то получим, что стоимость экономии мощности равна 1220 руб./кВт при стоимости ее строительства не ниже 42000 руб./кВт, т.е. в 34 раза выше.

**Таблица 7.4 Реализация программы замены источников света у населения на более эффективные**

Показатели	Единицы измерения	годы					
		Базовый	1	2	3	4	5
Замена ЛН в год	тыс.		10000	10000	10000	10000	10000
Средняя мощность ЛН	Вт	60	60	60	60	60	60
Средняя мощность КЛЛ	Вт	15	15	15	15	15	15
Срок службы КЛЛ	лет		5	5	5	5	5
Доля установленных КЛЛ	%		90%	90%	90%	90%	90%
<b>Расчет экономии энергии и мощности</b>							
Фактическое потребление электроэнергии на освещение	млн кВт-ч	2819	2592	2364	2137	1911	1684
потребление электроэнергии ЛН	млн кВт-ч	2654	2339	2025	1711	1397	1084
потребление электроэнергии КЛЛ	млн кВт-ч	166	253	340	427	514	601
Экономия электроэнергии в год на 1 КЛЛ	кВт-ч		29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
Прирост экономии электроэнергии в год	млн кВт-ч		290	290	290	290	290
Экономия электроэнергии	млн кВт-ч		290	580	869	1159	1449
Кумулятивная экономия электроэнергии	млн кВт-ч		290	869	1739	2898	4347
Экономия мощности	МВт		141,8	141,8	141,8	141,8	141,8
Доля потерь в сетях и собственных нужд	%		18%	18%	18%	18%	18%
Доля резерва мощности	%		15%	15%	15%	15%	15%
Кумулятивная экономия мощности	МВт		188	377	565	753	942

Источник: Расчеты ЦЭНЭФ

Таким образом, для ЭСК: экономия электроэнергии у населения при реализации программ модернизации освещения обходится в 16-23 раза ниже стоимости отпуска электроэнергии населению; экономия пиковой мощности обходится в 34 раза дешевле.

Экономические эффекты должны оцениваться отдельно для общества, ЭСК и населения. Для общества эффекты сводятся к экономии на строительстве новой мощности, экономии электроэнергии, экономии топлива, снижению выбросов от электростанций, эффектам от изменения тарифа на электроэнергию. Все эти эффекты показаны в табл. 7.6. Как уже отмечалось, экономия на вводе новой мощности за 5 лет достигает почти 40 млрд руб. Если компенсацию этих затрат полностью включить в тарифы за срок реализации программы, то они выросли бы на 6 коп./кВт-ч, или примерно на 2%. Если ее растянуть на 15 лет, то к пятому году снижение тарифа по этой причине составит 1,45%. Запомним эту цифру.

**Таблица 7.5 – Затраты на реализацию программы замены источников света у населения на более эффективные**

Показатели	Единицы измерения	годы					
		Базовый	1	2	3	4	5
Розничная стоимость КЛЛ	руб.	60	60	60	60	60	60
Оптовая стоимость КЛЛ	руб.		50	50	50	50	50
Стоимость ЛН	руб.		10	10	10	10	10
Приростная стоимость	руб.	50	40	40	40	40	40
Доля компенсации от приростной стоимости	%		50%	50%	50%	50%	50%
Компенсация за одну КЛЛ	руб.		20	20	20	20	20
Расходы на компенсацию по программе	млн руб.		200	200	200	200	200
Административные расходы	млн руб.		30	30	30	30	30
Всего расходы	млн руб.		230	230	230	230	230
Ежегодные дисконтированные затраты на экономию энергии	млн руб.		230	205	183	164	146
Сумма дисконтированных затрат на экономию энергии	млн руб.		230	435	619	782	929
Коэффициент дисконтирования	%		12%	12%	12%	12%	12%
Коэффициент приведения капитальных вложений	%		27,7%	27,7%	27,7%	27,7%	27,7%
Стоимость экономии электроэнергии на 1 КЛЛ	руб./кВт		0,440	0,440	0,440	0,440	0,440
Стоимость экономии электроэнергии на 1 КЛЛ для ЭСК	руб./кВт		0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
Стоимость экономии электроэнергии на 1 КЛЛ для населения	руб./кВт		0,191	0,191	0,191	0,191	0,191
Стоимость экономии энергии в ходе реализации программы	руб./кВт		0,794	0,561	0,446	0,379	0,336
	руб./кВт		0,159	0,112	0,089	0,076	0,067

Источник: Расчеты ЦЭНЭФ



**Таблица 7.6 Экономические эффекты для общества от реализации программы замены источников света у населения на более эффективные**

Показатели	Единицы измерения	годы				
		1	2	3	4	5
Стоимость ввода новой мощности	руб./кВт	42000	42000	42000	42000	42000
Экономия на строительстве новой мощности	млн руб.	7911	15822	23733	31644	39555
Экономия электроэнергии с учетом потерь в сетях и с.н. электростанций	млн кВт-ч	342	683	1025	1366	1708
Экономия топлива (природного газа)	млн м <sup>3</sup>	91,0	182,1	273,1	364,1	455,1
Средняя цена экспорта природного газа	долл./1000 м <sup>3</sup>	300	300	300	300	300
Потенциальный доход от экспорта природного газа	млн долл.	23,7	47,3	71,0	94,7	118,3
то же	млн руб.	828	1657	2485	3313	4141
Снижение выбросов CO <sub>2</sub>	тыс. т CO <sub>2-экв.</sub>	172,7	345,4	518,1	690,8	863,5
Удельная экономическая оценка стоимости снижения выбросов CO <sub>2</sub>	руб./тCO <sub>2-экв.</sub>	175	175	175	175	175
Экономическая оценка стоимости снижения выбросов CO <sub>2</sub>	млн руб.	30	60	91	121	151
Всего экономические эффекты для общества	млн руб.	986	1972	2958	3944	4930
Чистый приведенный доход	млн руб.	586	1404	2039	2523	2879
Средний тариф	руб./кВт-ч	3	3	3	3	3
Повышение среднего тарифа	%	0,08%	0,11%	0,15%	0,20%	0,26%
Снижение тарифа за счет снижения инвестиционных расходов на строительство мощности	%	0,09%	0,59%	0,88%	1,17%	1,45%

Источник: Расчеты ЦЭНЭФ

Экономия электроэнергии с учетом снижения потерь в сетях достигает к концу 5-го года 1,7 млрд кВт-ч, а всего за 5 лет – 5,1 млрд кВт-ч. Экономия потребителей на счетах за электроэнергию составляет 15 млрд руб. Экономия природного газа равна за 5 лет 1,37 млрд м<sup>3</sup>, а потенциальный доход от его экспорта при экспортной цене 300 долл./1000 м<sup>3</sup> равен 355 млн долл., или 12,4 млрд руб. Снижение выбросов ПГ за 5 лет составляет 2,2 млн т CO<sub>2-экв.</sub>. Если оценить стоимость снижения 1 т CO<sub>2</sub> в 5 долл., то экономическая оценка стоимости снижения выбросов ПГ равна за 5 лет 393 млн руб., что составляет треть расходов на программу. Сумма экономических эффектов для общества (дополнительный доход от экспорта газа и доход от снижения выбросов) равен за 5 лет 13,7 млрд руб.

Включение средств на финансирование этой программы в тарифы, включая компенсацию выпадающих доходов, может привести к повышению среднего тарифа не более чем на 0,26%. Однако возможность исключения из тарифа затрат на наращивание мощности в размере 1,45% означает, что **реализация данной схемы не приводит к повышению тарифа.**

ЭСК теряет часть дохода от сбытовой надбавки за счет снижения отпуска электроэнергии населению по сравнению с базовым уровнем (табл. 7.7). Плюс ЭСК несет затраты по программе. Эти две составляющие потерь должны быть компенсированы.

**Таблица 7.7 – Экономические эффекты для ЭСК от реализации программы замены источников света у населения на более эффективные**

Показатели	Единицы измерения	годы				
		1	2	3	4	5
Стоимость приобретения электроэнергии на оптовом рынке (пик и полупик)	руб./кВт-ч	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Стоимость мощности на оптовом рынке	руб./МВт/мес.	340000	340000	340000	340000	340000
Экономия на покупке электроэнергии на оптовом рынке	млн руб.	377	753	1130	1507	1884
Экономия на покупке мощности на оптовом рынке	млн руб.	269	538	807	1076	1345
Итого экономия на закупке энергии и мощности	млн руб.	646	1291	1937	2583	3229
Выпадающий доход за счет экономии энергии	млн руб.	43	130	261	435	652
Исходная ставка сбытовой надбавки	руб./кВт-ч	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Сбытовая надбавка	млн руб.	19607	19705	19803	19902	20002
Премия за энергосбережение	%	20%	20%	20%	20%	20%
Коэффициент повышения сбытовой надбавки	%	1,7%	2,2%	3,0%	4,0%	5,3%
Сбытовая надбавка на экономию энергии	руб./кВт-ч	0,153	0,153	0,154	0,156	0,158
Доход от прироста сбытовой надбавки	млн руб.	328	432	589	798	1058
Доход от прироста сбытовой надбавки за вычетом выпадающих доходов	млн руб.	285	302	328	363	406
Чистый приведенный доход	млн руб.	55	64	78	95	112
Доля экономии энергии от объема сбыта	%	0,2%	0,4%	0,7%	0,9%	1,1%

Источник: Расчеты ЦЭНЭФ

Схема декаплинга позволяет сделать так, что потеря дохода от сбытовой надбавки полностью компенсируется ЭСК. Кроме того, в тариф полностью включаются расходы на реализацию программы. При этом за каждый сэкономленный кВт-ч и на единицу расходов ЭСК на программы она получает премию в 20% при расчете поправки сбытовой надбавки. В итоге, сбытовая надбавка повышается на 0,8 коп./кВт-ч. ЭСК получает доход от прироста уровня сбытовой надбавки для всех потребителей и за вычетом выпадающих доходов и расходов по программе получает чистый прирост дисконтированного дохода в размере 112 млн руб. Доля экономии энергии к концу реализации программы достигает 1,1% от объема сбыта электроэнергии.

Как уже указывалось, суммарный тариф при учете экономии на мощности не растет, а без учета этой экономии растет только на 0,8 коп./кВт-ч, что равно 0,26% от среднего тарифа. Затраты ЭСК на приобретение энергии и мощности значительно снижаются. Если бы ресурс экономии мощности можно было вывести на форвардный рынок дополнительной мощности, то доходы ЭСК от ее продажи в зависимости от временного профиля экономии мощности могли бы превысить 1,3 млрд руб. в год при суммарных затратах на программу за 5 лет 1,15 млрд руб.



Экономические эффекты для населения включают: экономию на оплате счетов за электроэнергию, экономию на приобретении КЛЛ за счет компенсации и экономию на покупке ЛН (табл. 7.8).

**Таблица 7.8 – Экономические эффекты для населения от реализации программы замены источников света у населения на более эффективные**

Показатели	Единицы измерения	годы				
		1	2	3	4	5
Экономия на счетах за электроэнергию	млн руб.	869	1739	2608	3478	4347
Доля экономии на счетах за электроэнергию	%	1,5%	2,9%	4,4%	5,8%	7,2%
Экономия на покупке ЛН	млн руб.	90	90	90	90	90
Экономия на покупке КЛЛ	млн руб.	200	200	200	200	200
Расходы на покупку КЛЛ	млн руб.	300	300	300	300	300
Чистые расходы на покупку КЛЛ	млн руб.	210	210	210	210	210
Накопленные чистые расходы на покупку КЛЛ	млн руб.	210	420	630	840	1050
Срок окупаемости расходов	лет	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242

Источник: Расчеты ЦЭНЭФ

Экономия на оплате счетов за электроэнергию достигает к концу реализации программы 4,4 млрд руб., что превышает 7% от уровня базовой линии. Всего за срок реализации программы экономия составит 13 млрд руб. Ежегодная экономия населения на приобретении КЛЛ и на покупке ЛН равна 210 млн руб., а в сумме за 5 лет – 1,05 млрд руб. Срок окупаемости расходов населения равен 0,24 года, т.е. менее 3 месяцев.

Если бы программа полностью реализовывалась за счет снижения оптовой цены на КЛЛ до 30 руб. и компенсации на уровне разницы стоимости КЛЛ и ЛН, то население не несло бы затрат вовсе. При замене на СДЛ расходы населения были бы выше.

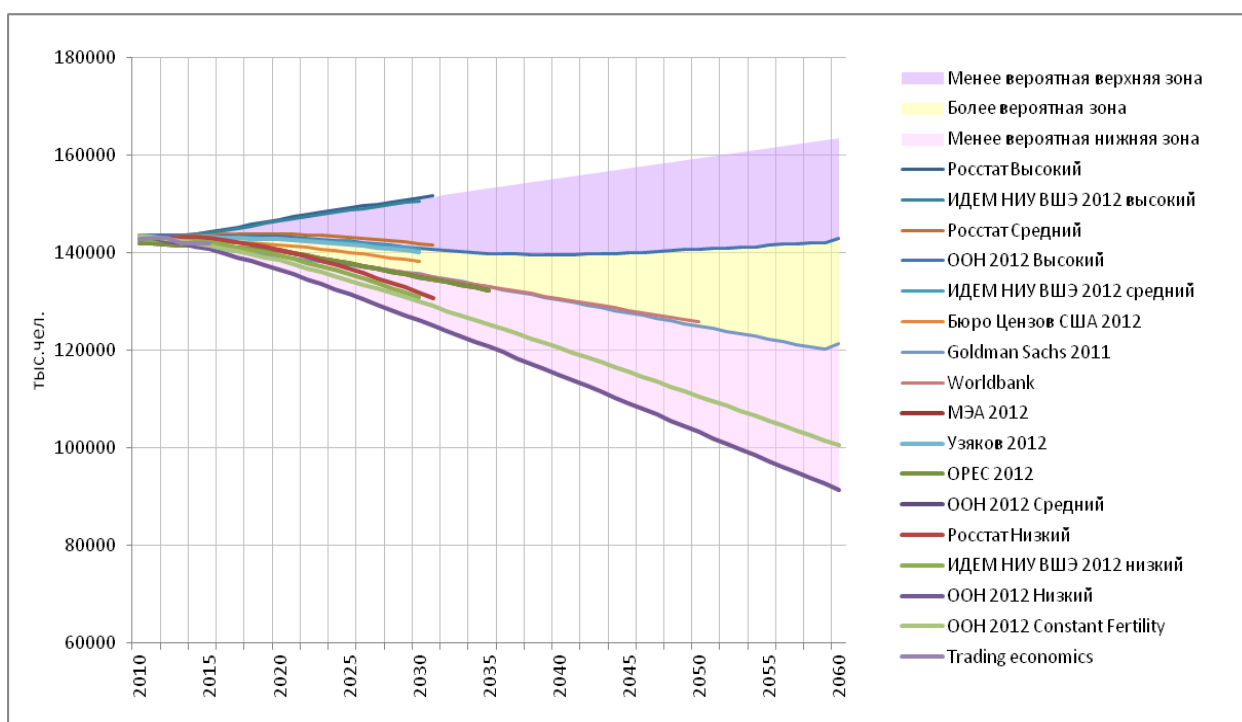
## 8. Сценарии развития процессов повышения энергоэффективности в секторе зданий

### 8.1. Макроэкономический прогноз

Большая часть современных долгосрочных прогнозов развития экономики России – до 2030 г. и далее – формулирует альтернативные видения будущего, на которых базируется задание сценарных условий и макроэкономических параметров. Эти «видения», естественно, описаны широкими мазками в самых общих чертах.

Россия вошла в «столетие старения». Большая часть прогнозов сходится на том, что население России, попавшей в «ловушку старости»<sup>67</sup>, будет сокращаться (рис. 8.1). Наиболее пессимистичные сценарии допускают возможность сокращения до уровня ниже 100 млн чел. к 2060 г. То есть для России ближайшие полвека могут стать началом эпохи «старения вымирающего населения». По оценкам ОЭСР<sup>68</sup>, со сходными демографическими проблемами столкнутся также Германия, Япония, Польша и Китай, но для России она будет стоять острее. В данной работе принято допущение, что численность населения России окажется в более вероятной зоне прогноза: удержится на уровне 142 млн чел. до 2035 г. и затем снизится до 135 млн чел. в 2050 г.

**Рисунок 8.1 Прогнозы численности населения России**



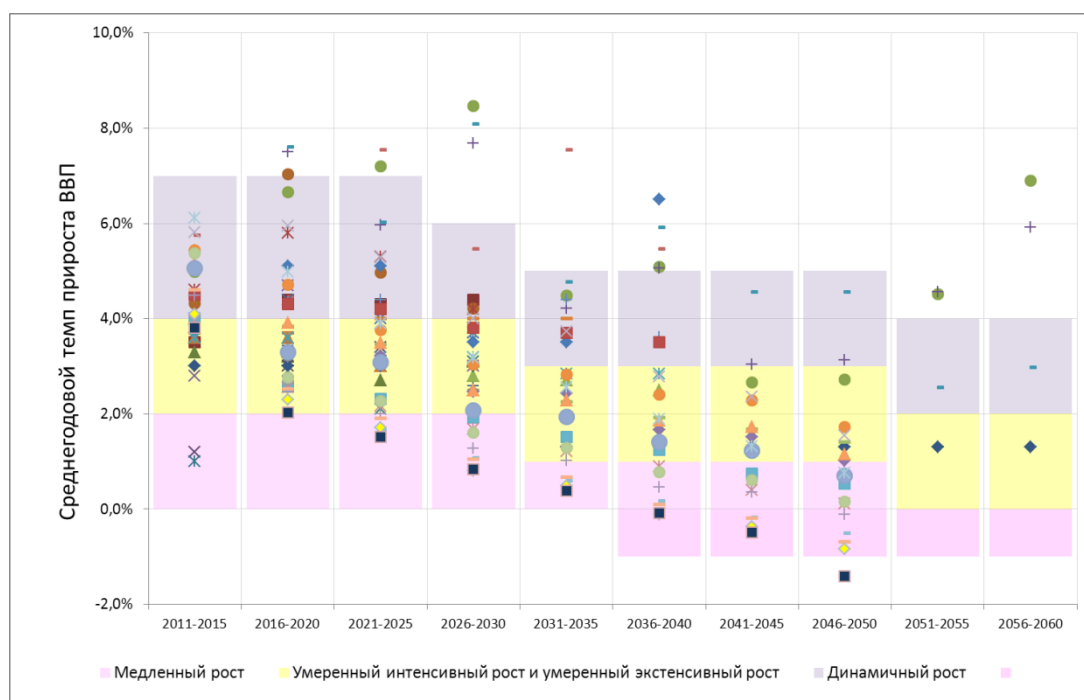
Источник: И.А. Башмаков. Формирование согласованных сценарных условий социально-экономического развития России по низкоуглеродным траекториям до середины XXI века. ИНП РАН. Открытый семинар «Экономические проблемы энергетического комплекса (Семинар А.С. Некрасова). М., 2013.

<sup>67</sup> Кудрин А. и Гурвич Е. (2012). Старение населения и угроза бюджетного кризиса. *Вопросы экономики*, 3, 2012.

<sup>68</sup> OECD. (2012). Looking to 2060: Long-term global growth prospects. A going for growth report.

Более сорока сценариев долгосрочных прогнозов, представленных на рис. 8.2, существенно расходятся в отношении оценок перспектив экономического роста в России. Это определяет широкий диапазон оценок кратности роста ВВП: от 1,5 до 10 раз к 2050 г. Большая часть прогнозов сходится на том, что темпы роста ВВП со временем будут снижаться. В данной работе принято допущение, что темпы роста ВВП окажутся в более вероятной зоне прогноза и будут постепенно снижаться с 3,3% в 2014 г. до 1,8% в 2050 г.

**Рисунок 8.2 – Диапазоны прогнозов темпов роста ВВП России на период до 2060 г.**



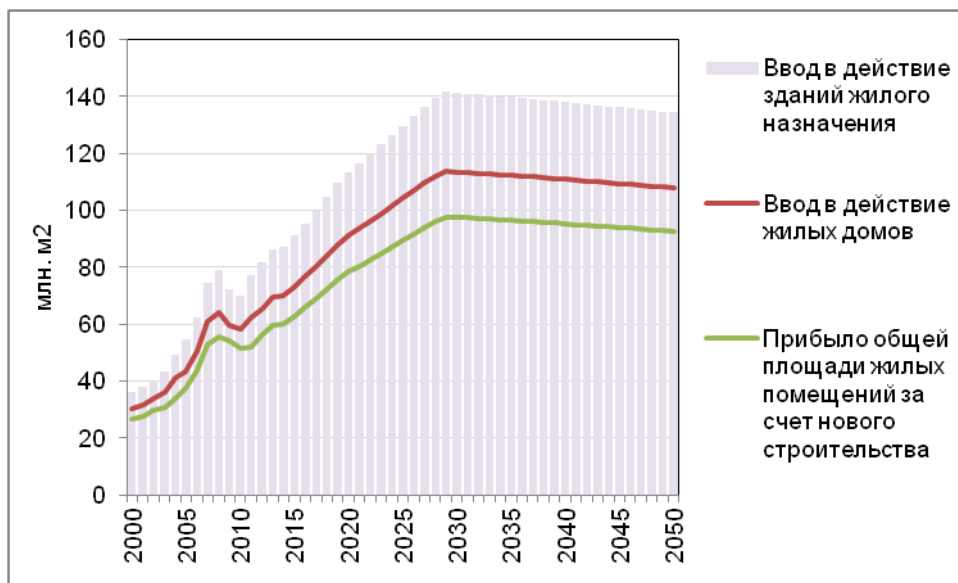
Источник: И.А. Башмаков. Формирование согласованных сценарных условий социально-экономического развития России по низкоуглеродным траекториям до середины XXI века. ИИП РАН. Открытый семинар «Экономические проблемы энергетического комплекса (Семинар А.С. Некрасова). М., 2013.

## 8.2. Прогноз динамики жилого фонда

МЭР дает прогнозы динамики ввода жилья и жилого фонда до 2030 г. для трех сценариев<sup>69</sup>. Вводы жилья растут равномерно и в форсированном варианте достигают 140 млн м<sup>2</sup> в 2030 г., в инновационном сценарии – 110 млн м<sup>2</sup>, а в инерционном – 80 млн м<sup>2</sup>. При увеличении объемов ввода жилья до 140 млн м<sup>2</sup> получается, что в год вводится в среднем 1 м<sup>2</sup> на человека. Имея в виду рост обеспеченности населения жильем и его старение, а также опыт развитых стран, можно допустить, что максимально возможный годовой прирост обеспеченности жильем не превысит 0,8 м<sup>2</sup> на человека. Тогда ввод жилья к 2030 г. может вырасти до 114 млн м<sup>2</sup>, как в инновационном варианте МЭР, а затем начнет медленно снижаться по мере затухания экономического роста и снижения численности населения (рис. 8.3). Далее рассматривается только этот средний сценарий. Ввод площади зданий жилого назначения превышает ввод общей жилой площади, а тот, в свою очередь, превышает ввод общей площади жилых помещений (квартир).

<sup>69</sup> МЭР (2013). Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года. Министерство экономического развития Российской Федерации. Март 2013.

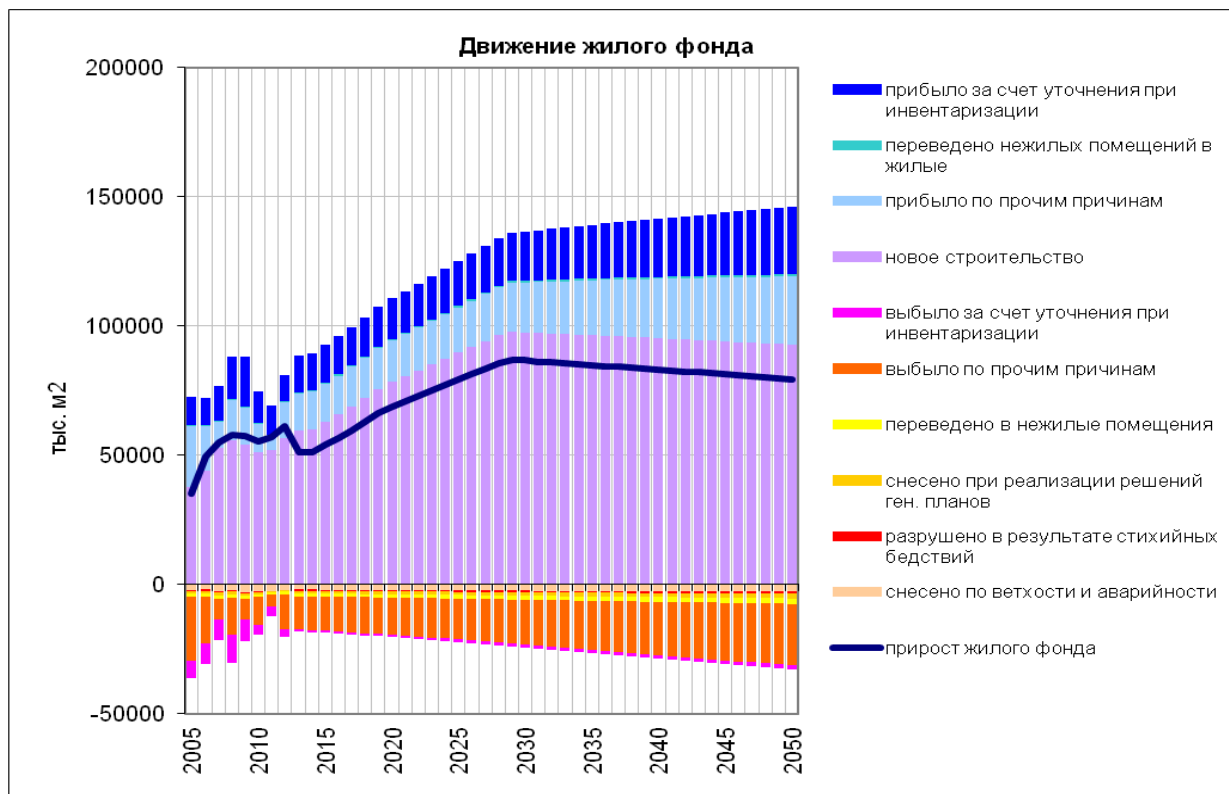
**Рисунок 8.3 – Динамика ввода жилья на период до 2050 г.**



Источник: ЦЭНЭФ

Жилищный фонд увеличивается с 3,4 млрд м<sup>2</sup> в 2014 г. до 6,2 млрд м<sup>2</sup> в 2050 г. Динамика жилого фонда определяется не только вводом жилой площади, но и ее выбытием, в т.ч. по ветхости и аварийности, а также переводом нежилых помещений в жилые и обратно (рис. 8.4).

**Рисунок 8.4 – Динамика ввода жилья на период до 2050 г.**



Источник: ЦЭНЭФ

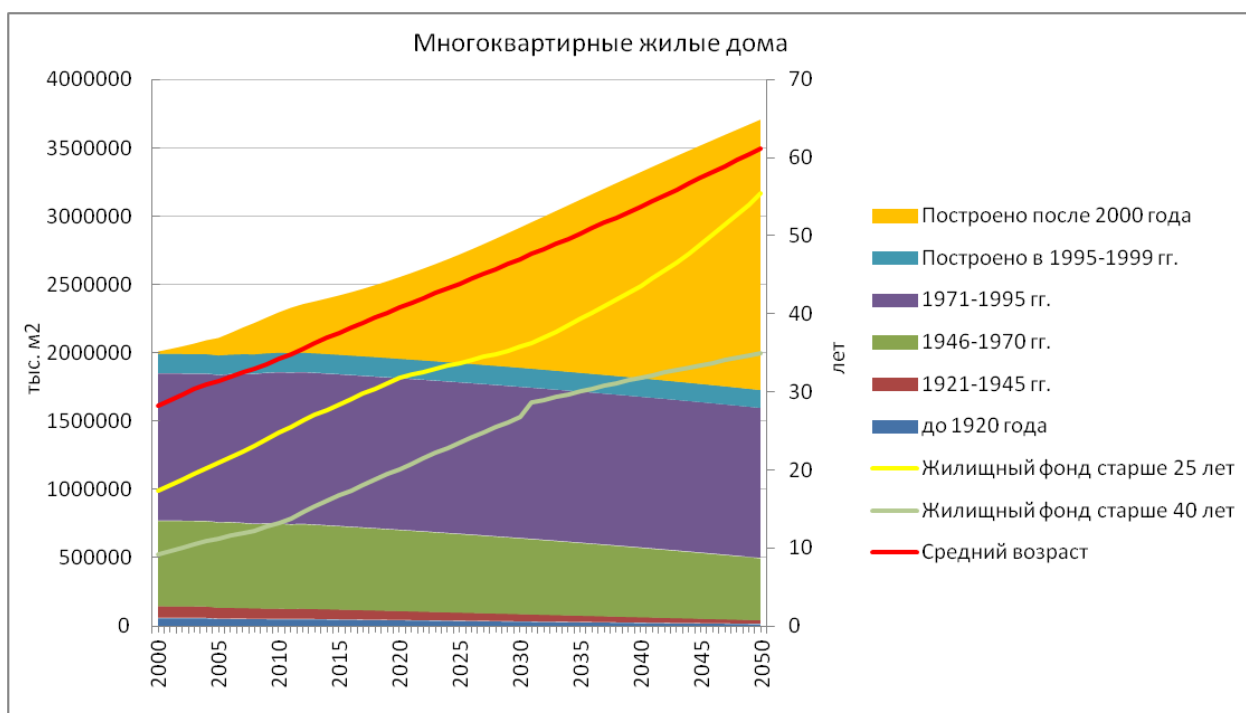


К 2050 г. обеспеченность населения жильем удваивается и достигает 46 м<sup>2</sup>/чел. По трем вариантам прогноза МЭР в 2030 г. она повышается до 24-28 м<sup>2</sup>/чел.<sup>70</sup>

Во всех сценариях предполагается рост доли индивидуального жилищного фонда. Поскольку при прочих равных условиях удельный расход энергии на отопление единицы площади индивидуального здания на 30-70% выше, чем у МКД, этот фактор приводит к дополнительному росту потребности в энергии (при условии, что новые индивидуальные жилые здания не являются пассивными).

ЦЭНЭФ провел расчеты на модели капитального ремонта жилых домов России (МКРЖД-РФ), которая учитывает динамику жилого фонда, эволюцию его возрастной структуры и ранее проведенные капитальные ремонты. В 2013 г. жилищный фонд в МКД старше 25 лет составил 1504 млн м<sup>2</sup>, а старше 40 лет – 855 млн м<sup>2</sup>, или соответственно 67% и 37% жилого фонда МКД. В 2050 г. на долю уже построенных до настоящего момента зданий придется почти половина жилого фонда МКД (рис. 8.5). Средний возраст МКД вырастет с 36 лет до 61 года, доля МКД старше 25 лет – до 85%, а старше 40 лет – до 54%. Для повышения энергоэффективности МКД в равной степени важно повышать энергоэффективность как новых зданий, так и уже построенных.

**Рисунок 8.5** Изменение возрастной структуры и среднего возраста МКД

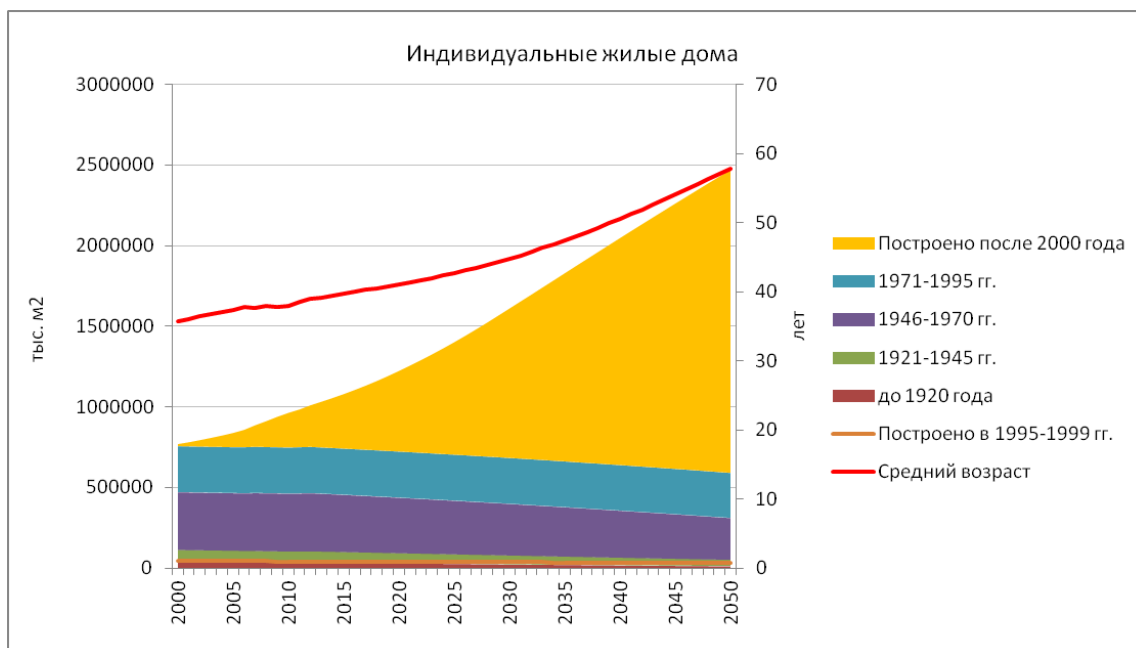


Источник: Оценка ЦЭНЭФ

В 2050 г. будет доминировать доля индивидуальных жилых зданий, построенных после 2000 г., составляя 75% от всего фонда индивидуальных жилых зданий (Рис. 8.6). Средний возраст индивидуальных зданий вырастет до 60 лет, однако, при расчете по площади он будет заметно меньше, поскольку старые дома по площади существенно уступают новым. В отличие от МКД, для индивидуальных зданий ключевой параметр повышения энергоэффективности – требования к уровню энергоэффективности новых зданий.

<sup>70</sup> Там же.

**Рисунок 8.6** Изменение возрастной структуры и среднего возраста индивидуальных жилых зданий в 2000-2050 гг.



Источник: Оценка ЦЭНЭФ

Таким образом, прогноз динамики жилого фонда по типу зданий и прогноз его возрастной структуры позволяют определить важнейшие направления политики повышения энергоэффективности, а также делают очевидной необходимость прогноза объемов и характеристик капитального ремонта МКД.

### 8.3. Прогноз объемов капитального ремонта

Проблема изношенности жилищного фонда должна решаться путем его капитального ремонта и реконструкции. ФСРЖКХ относит к числу зданий, требующих капитального ремонта, МКД с износом 30-65%. На начало 2013 г. их число составило 1629 тыс., а еще 289 тыс. зданий имели износ выше 66%. Итого более 1,9 млн МКД требовали капитального ремонта или сноса. Доля зданий с износом 30-65% составляет 60% фонда МКД. Согласно форме статистической отчетности 1-КР, только 283 тыс. зданий в 2012 г. требовали капитального ремонта. Это практически равно числу зданий с износом свыше 66%.

Существуют разные определения капитального ремонта жилого дома. В целом, под ним понимается проведение комплекса ремонтно-строительных работ по устранению неисправностей изношенных конструктивных элементов, по их восстановлению или замене в целях восстановления потребительских свойств здания с целесообразным улучшением его эксплуатационных характеристик, направленным на обеспечение его надежности и комфортности проживания.

В зависимости от набора реализуемых мероприятий капитальные ремонты делятся на комплексные и выборочные. Комплексный капитальный ремонт охватывает здание и сооружение в целом, износившиеся конструкции заменяют новыми, более современными. Одновременно может проводиться внутренняя перепланировка здания с целью повышения уровня благоустройства. Выборочный капитальный ремонт состоит из ремонта или замены отдельных конструкций здания или отдельного вида инженерного



оборудования, а также проведения других видов работ, которые нельзя откладывать до комплексного капитального ремонта. В отчете государственной корпорации «Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» (ФСРЖКХ) отмечается, что доля комплексных ремонтов в проектах ФСРЖКХ в 2010 г. составила 13%<sup>71</sup>. По оценкам ЦЭНЭФ, в 2012 г. она составила 17% от доли всех ремонтов.

Общий срок службы зданий и сооружений определяется долговечностью основных несущих конструкций: фундаментов, стен, перекрытий. По капитальности жилые здания подразделяют на шесть групп со средними сроками службы от 15 до 150 лет. Минимальная продолжительность эффективной эксплуатации зданий в зависимости от материалов основных конструкций и условий эксплуатации до постановки на капитальный ремонт составляет от 10 до 25 лет. Потребность в капитальном ремонте можно определять по минимуму, исходя из среднего срока службы многоквартирного здания 40 лет, или по максимуму, исходя из среднего срока службы многоквартирного здания 25 лет. В перспективе объемы жилого фонда со сроками эксплуатации свыше 25 и 40 лет будут систематически расти, а средний срок эксплуатации жилого здания увеличится до 50 лет к 2050 г. (рис. 8.5).

Доля капитальных ремонтов МКД в 2011-2012 гг. составила 0,8-1% от общей площади МКД, а доля комплексных капитальных ремонтов – только 0,17-0,18%, или 0,15% от площади всех МКД. Доля капитальных ремонтов МКД от потребности в капитальных ремонтах в 2011-2012 гг. составила только 2,1-2,5%, а от потребности в комплексных ремонтах – 0,28-0,31%. При сохранении таких низких темпов капитальных ремонтов даже на выборочный ремонт нуждающихся в нем МКД уйдет не менее 40 лет, а на комплексный – 323 года. При такой интенсивности ремонтов уже построенный жилой фонд МКД, доля которого в 2050 г. будет равна почти половине, будет ускоренно деградировать.

Проблема активизации КР – поиск источников его финансирования. По данным формы 1-КР, в 2012 г. на эти цели было израсходовано 129 млрд руб. По программам ФСРЖКХ на капитальный ремонт было израсходовано в 2012 г. 35 млрд руб., из которых 22 млрд руб. – средства ФСРЖКХ и еще почти 13 млрд руб. – средства бюджетов субъектов РФ и МО<sup>72</sup>. В других программах также была высока доля бюджетного финансирования КР. Реформа источников оплаты КР нацелена на снижение этой доли. По оценкам, в 2013 г. расходы по программам ФСРЖКХ составили 19,4 млрд руб.

В конце 2011 г. ЦЭНЭФ провел анализ преимуществ, затрат и результатов реализации 5 предложенных на тот момент моделей организации и финансирования капитального ремонта МКД<sup>73</sup>. В ФЗ-271 от 25.12.2013 была выбрана предложенная ФСРЖКХ модель «взаимное финансирование капитального ремонта», в рамках которой вводится единая по субъекту РФ плата за капитальный ремонт МКД, основная часть собственников жилья передает свои средства в управление региональному оператору, а меньшая часть управляет фондом КР МКД самостоятельно (на оформление такой возможности дается только 2 месяца, а вот изменить модель управления фондом КР дома можно только через 2 года).

<sup>71</sup> Годовой отчет государственной корпорации «Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» за 2010 год. ФСРЖКХ. 2011.

<sup>72</sup> Годовой отчет государственной корпорации — Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства за 2012 год. ФСРЖКХ. 2013.

<sup>73</sup> ЦЭНЭФ. Отчет об оказании консультационных услуг Фонду «Институт экономики города» по договору №10071/С1 от 17.08.2011. Задача 6. Анализ затрат и результатов реализации предлагаемых моделей во исполнение договора № С22341/GEF2-2011-07-04 от 18.07.20011 на оказание консультационных услуг, заключенного между Европейским банком реконструкции и развития (ЕБРР) и Фондом «Институт экономики города». Москва, декабрь 2011.



Модель «взаимное финансирование капитального ремонта» является модификацией существовавшей модели функционирования ФСРЖКХ с ее географическим развертыванием и перераспределением нагрузки по финансированию капитального ремонта от государства на население. Условия возвратности и срочности в этой модели не предполагают точного совпадения затраченных на ремонт конкретного МКД средств с выплатами собственниками этого дома. Возвратность существует в принципе за счет внесения обязательной платы за капитальный ремонт. Условие срочности не соблюдается в традиционном его смысле, так как плата вносится бессрочно. Поскольку нет условия платности, то эта модель предполагает выдачу беспроцентного условного «займа» на ремонт МКД. При условии равенства инфляционной коррекции обязательного платежа за капитальный ремонт и стоимости строительных работ ликвидируется риск обесценивания накоплений на банковском счете. Наличие решения общего собрания собственников помещений для этой схемы не обязательно, поскольку при таком механизме финансирования объем затрат на КР 1 м<sup>2</sup> площади дома должен либо быть одинаковым для всех МКД, либо определяться их параметрами (например, этажностью, степенью благоустройства и техническим состоянием). Общее собрание может только принимать решения о перечне работ по КР в рамках заданного бюджета.

Объем привлекаемых на КР МКД финансовых ресурсов растет. ФЗ-271 ввел обязательный взнос на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме. Его размер определяют субъекты РФ. Можно допустить, что его среднее значение в 2014 г. составит 6,5 руб./м<sup>2</sup>/мес. Поскольку процесс формирования фондов капитального ремонта в 2014 г. только разворачивается, то можно допустить, что на специальных счетах на КР будет аккумулировано в 2014 г. 62-70 млрд руб., а в 2015 г. – уже 138 млрд руб. Помимо населения, прочие собственники площадей в жилых зданиях заплатят еще 62 млрд руб., что в сумме дает 190 млрд руб. Это уже почти в полтора раза больше расходов на КР из всех источников за 2012 г.

Что касается площади КР МКД, то она будет зависеть от средней стоимости пакета мер. Согласно данным формы 1-КР, средняя стоимость КР в 2012 г. составила 5606 руб./м<sup>2</sup>. Согласно данным ФСРЖКХ, средняя стоимость КР в 2012 г. составила 958 руб./м<sup>2</sup>. При этом верхняя граница диапазона удельных расходов по программам ФСРЖКХ в отдельных федеральных округах достигала 5600 руб./м<sup>2</sup> и даже 8000 руб./м<sup>2</sup>, но такие КР выполнялись в малом объеме. Доминировали же выборочные КР стоимостью до 1000 руб./м<sup>2</sup>. На такие средства можно провести или ремонт крыши, или фасада, или замену инженерного оборудования, но нельзя сделать *все* эти три вида работ. В ценах 2014 г. стоимость выборочных КР можно определить равной 1200 руб./м<sup>2</sup>.

В зависимости от задач, которые решаются при капитальном ремонте зданий, а также от наличия финансовых средств, выделяемых на проведение ремонтных работ, могут формироваться типовые пакеты мероприятий. В данной работе ЦЭНЭФ использует 3 типовых пакета<sup>74</sup>. По мере роста числа реализуемых мероприятий по повышению энергоэффективности растет и средняя стоимость этих пакетов мер: пакет 1 – 3250 руб./м<sup>2</sup>; пакет 2 – 5000 руб./м<sup>2</sup>; пакет 3 – 6600 руб./м<sup>2</sup>. Реализация первого пакета мер позволяет снизить потребление тепловой энергии за счет мер в местах общего пользования на 10%, второго – на 20%, а третьего – на 27-30%. Меры в квартирах согласно требованиям ФЗ-271 и ФЗ-417 не реализуются.

<sup>74</sup> ЦЭНЭФ. Отчет об оказании консультационных услуг Фонду «Институт экономики города» по договору №10071/С1 от 17.08.2011. Задача 2. Анализ текущего состояния жилищного фонда. Во исполнение договора № С22341/GEF2-2011-07-04 от 18.07.20011 на оказание консультационных услуг, заключенного между Европейским банком реконструкции и развития (ЕБРР) и Фондом «Институт экономики города».



При ставке обязательного платежа (взноса на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме) 5 руб./м<sup>2</sup>/мес. и при отсутствии бюджетной поддержки возможно провести относительно простой выборочный КР стоимостью около 1000 руб./м<sup>2</sup> только один раз в 17 лет (1000/(5\*12)), а комплексный КР – один раз в 40-94 года (табл. 8.1). Такой низкой частоты проведения как выборочных, так и комплексных капитальных ремонтов недостаточно. При реализации пакета мер по КР стоимостью 2800-3000 руб./м<sup>2</sup> срок, необходимый для аккумуляции средств для следующего ремонта, возрастет до 46-50 лет. Для его сокращения требуется или рост обязательного платежа, или существенная бюджетная поддержка. Последняя должна быть тем весомее, чем дороже комплексный капитальный ремонт.

**Таблица 8.1 Число лет, необходимое для компенсации расходов на капитальный ремонт, при разных уровнях обязательного платежа и софинансирования из бюджета (лет)\***

Ежемесячный платеж руб./м <sup>2</sup> /мес.	Доля бюджета %	Выборочный 1000 руб./м <sup>2</sup>		Пакет 1 <sup>75</sup> 2781 руб./м <sup>2</sup>		Пакет 2 4296 руб./м <sup>2</sup>		Пакет 3 5655 руб./м <sup>2</sup>	
		без кредита	кредит	без кредита	кредит	без кредита	кредит	без кредита	кредит
5	0%	17	10	46	40	72	65	94	87
	50%	8	2	23	16	36	29	47	40
	70%	5		14	7	21	15	28	35
	95%	1		2		4		5	
10	0%	8	1	23	16	36	29	47	40
	20%	7		19	12	29	22	38	31
	50%	4		12	5	18	11	24	17
	70%	3		7		11	4	14	7
15	95%			1		2		2	3
	0%	6		15	8	24	17	31	24
	20%	4		12	5	19	12	25	18
	50%	3		8	1	12	5	16	9
	70%	2		5		7		9	2
	95%			1		1		2	

Источник: Расчеты ЦЭНЭФ

Вариант самостоятельного финансирования капитального ремонта ТСЖ или УК с привлечением кредитов позволяет при реализации комплексных КР использовать экономию на коммунальных платежах в качестве источника погашения долговых обязательств. Однако даже с учетом этой возможности накопления на капитальный ремонт неадекватны возникающим обязательствам. Решением становится откладывание срока ремонта или оказание бюджетной поддержки. Основными источниками финансирования КР являются: накопленная обязательная и дополнительная ежемесячная плата собственников жилых помещений на капитальный ремонт; бюджетные субсидии, которые снижают потребность в повышении обязательной платы или в кредитах; и кредиты.

Не все сочетания параметров финансирования КР допустимы. Задание уровня платы собственников на цели КР определяет допустимые сочетания источников финансирования КР практически однозначно для каждого момента времени (рис. 8.7). В первые годы, пока не накоплен значительный объем фонда ремонта дома, для проведения КР должна быть

<sup>75</sup> ЦЭНЭФ. Отчет об оказании консультационных услуг Фонду «Институт экономики города» по договору №10071/С1 от 17.08.2011. Задача 2. Анализ текущего состояния жилищного фонда. Во исполнение договора № С22341/GEF2-2011-07-04 от 18.07.20011 на оказание консультационных услуг, заключенного между Европейским банком реконструкции и развития (ЕБРР) и Фондом «Институт экономики города».



услуг и (или) работ по капитальному ремонту общего имущества в МКД может быть дополнен другими видами услуг или работ. Анализ 26 уже принятых региональных законов по КР позволил обнаружить мер по утеплению фасада и установке приборов учета только в 8 из них: Кировской, Московской, Нижегородской, Пензенской и Челябинской областях, а также в республиках Адыгея, Калмыкия и Татарстан.

Отношения в области капитального ремонта регулируются также рядом других нормативно-правовых актов. Среди них можно отметить Градостроительный кодекс РФ; Закон № 185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» от 21.07.2007 г.; Закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 г.; Постановление Правительства РФ № 354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» от 6 мая 2011 г.; Постановление Госстроя РФ № 170 «Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда» от 27.09.2003 г. Примерный перечень работ, производимых при капитальном ремонте жилого фонда, установленный ч. 3 ст. 15 ФЗ-185, совпадает с перечнем Закона №271-ФЗ.

Перечень работ по капитальному ремонту многоквартирных домов Постановления Госстроя РФ. № 170 включает устройство оконных заполнений с тройным остеклением и устройство наружных тамбуров. Согласно ч. 7 ст. 13 ФЗ-261, МКД, вводимые в эксплуатацию с 1 января 2012 г. после капитального ремонта, должны быть оснащены индивидуальными приборами учета используемой тепловой энергии при наличии технической возможности их установки. Приказ Министерства регионального развития РФ от 28 мая 2010 г. № 262 расширил перечень мероприятий по энергосбережению в составе обязательных работ по капитальному ремонту по сравнению с положениями 185-ФЗ. Согласно этому Приказу, после капитального ремонта здание должно быть оборудовано:

- 1) отопительными приборами, используемыми в местах общего пользования, с классом энергетической эффективности не ниже первых двух (в случае если классы установлены);
- 2) лифтами с классом энергетической эффективности не ниже первых двух (в случае если классы установлены);
- 3) устройствами автоматического регулирования подачи теплоты на отопление, установленными на вводе в здание, строение, сооружение, а также пофасадного или части здания;
- 4) термостатами и измерителями расхода потребляемой тепловой энергии, установленными на отопительных приборах вертикальных систем отопления, термостатами на отопительных приборах и измерителями расхода теплоносителя в горизонтальных, поквартирных системах отопления квартир общей площадью до 100 м<sup>2</sup>, либо теплосчетчиками в квартирах большей площади;
- 5) теплообменниками для нагрева воды на горячее водоснабжение с устройством автоматического регулирования ее температуры, установленными на вводе в здание или часть здания;
- 6) электродвигателями для вентиляторов вентсистем, лифтов, перемещения воды во внутридомовых системах отопления, горячего и холодного водоснабжения, систем кондиционирования;
- 7) приборами учета энергетических и водных ресурсов, установленными на вводе в здание, в квартирах, помещениях общего пользования и сдаваемых в аренду;

- 8) устройствами, оптимизирующими работу вентсистем (воздухопропускные клапаны в окнах или стенах, автоматически обеспечивающие подачу наружного воздуха по потребности, утилизаторы теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного, использование рециркуляции);
- 9) регуляторами давления воды в системах холодного и горячего водоснабжения на вводе в здание, строение, сооружение (для многоквартирных домов – на вводе в здание, в квартирах, помещениях общего пользования);
- 10) устройствами автоматического снижения температуры воздуха в помещениях общественных зданий в нерабочее время в зимний период;
- 11) устройствами, позволяющими снижать пиковую нагрузку в системах холодоснабжения за счет использования охлаждаемых перекрытий для аккумуляции холода в ночное время;
- 12) энергосберегающими осветительными приборами в местах общего пользования;
- 13) оборудованием, обеспечивающим выключение освещения при отсутствии людей в местах общего пользования (датчики движения, выключатели);
- 14) устройствами компенсации реактивной мощности при работе электродвигателей;
- 15) дверными доводчиками (в многоквартирных домах – для всех дверей в местах общего пользования);
- 16) второй дверью в тамбурах входных групп, обеспечивающей минимальные потери тепловой энергии, или вращающимися дверями;
- 17) ограничителями открывания окон (для многоквартирных домов – в помещениях общего пользования; квартирах).

Между перечисленными выше нормативными документами есть явные противоречия. Если нынешняя практика ФСРЖКХ сохранится, то будут преимущественно выполняться выборочные капитальные ремонты.

В данной работе рассмотрены два сценария развития событий в сфере КР МКД:

- ✓ «стратегия инерции» – сценарий, экстраполирующий практику реализации преимущественно выборочных капитальных ремонтов, особенно для средств, поступающих в управление региональным операторам, при отсутствии их бюджетной поддержки и выполняющий функцию «базовой линии»;
- ✓ «стратегия эффективности» – сценарий, предполагающий, что с 2015 г. исходный уровень софинансирования из бюджетов всех уровней будет равен 50% со снижением этой доли до нуля к 2026 г., а доля комплексного ремонта будет не менее 90% и будет в равной пропорции распределена по трем пакетам мер по комплексному КР.

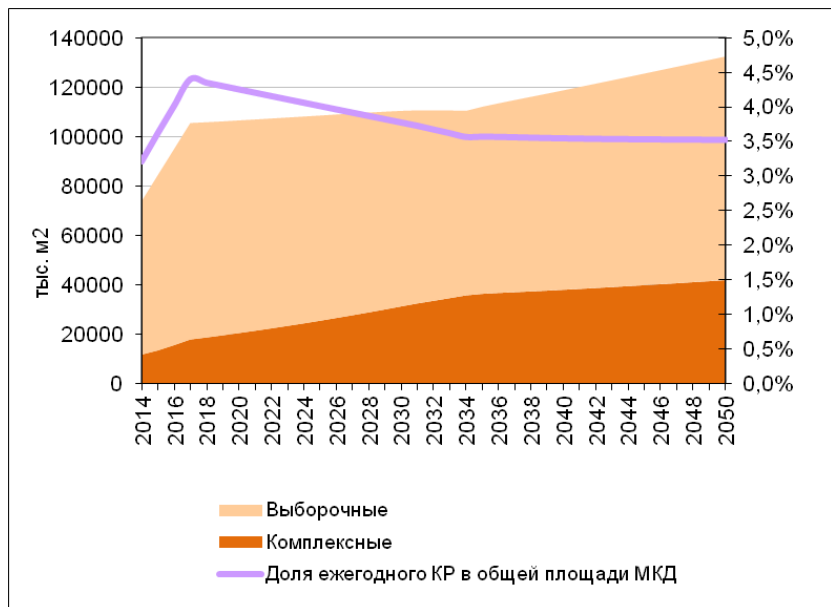
Доля площади МКД, которые будут самостоятельно использовать средства на капитальный ремонт в рамках данной модели, видимо, первоначально не превысит 2%. Затем 2 года она остается на этом уровне и после начинает расти на 2% в год, достигает максимума в 40% и остается на этом уровне. Для МКД, самостоятельно использующих средства на КР, предполагается, что отношение кредитов к обязательным платежам будет постепенно повышаться на 2% ежегодно, но не превысит уровня 20%.

В сценарии 1 объемы КР уже в 2017 г. превышают 100 млн м<sup>2</sup> в год, или 3,5% от объема жилого фонда. Объемы выборочного КР выходят на уровень 75-90 млн м<sup>2</sup> в год, или ежегодно около 2-3,7% от площади МКД (рис. 8.8). Однако проведение преимущественно



выборочных ремонтов в каждом МКД не позволит привести жилищный фонд в надлежащее состояние.

**Рисунок 8.8** Объемы капитального ремонта МКД в РФ по сценарию «стратегия инерции»



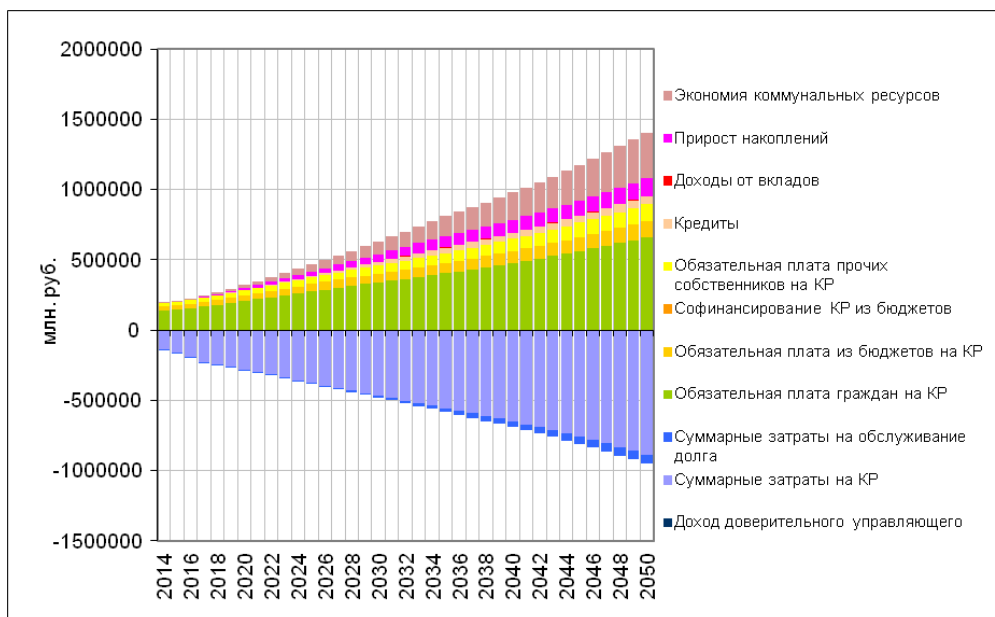
Источник: ЦЭНЭФ

К 2050 г. расходы на КР возрастают до 875 млрд руб. в текущих ценах. Суммарные затраты на КР из всех источников по этому сценарию за период 2014-2050 гг. будут равны 18,5 трлн руб. В структуре расходов на КР доминирует обязательная плата как населения, так и других собственников (рис. 8.9). В этом сценарии суммарные расходы бюджета в форме обязательных платежей за площади, которыми владеют государство и муниципалитеты, за 2014-2050 гг. в текущих ценах составляют 2519 млрд руб. Экономия на коммунальных ресурсах сравнительно невелика. Ежегодная экономия энергии в местах общего пользования не превышает 3-5% от всего использования энергии в МКД. Она, в основном, достигается за счет реализации ремонтов в МКД, которые самостоятельно аккумулируют средства ремонтных фондов.

В сценарии 2 приняты допущения о том, что средняя удельная стоимость работ по КР определена исходя из комбинации выборочного ремонта (10%), а также комплексного ремонта, сформированного из трех пакетов мер с равными весами (30%). Предполагается, что бюджет будет финансировать КР первоначально в пропорции 50% от сумм, расходуемых на КР собственниками жилья, со снижением этой доли до нуля к 2026 г.

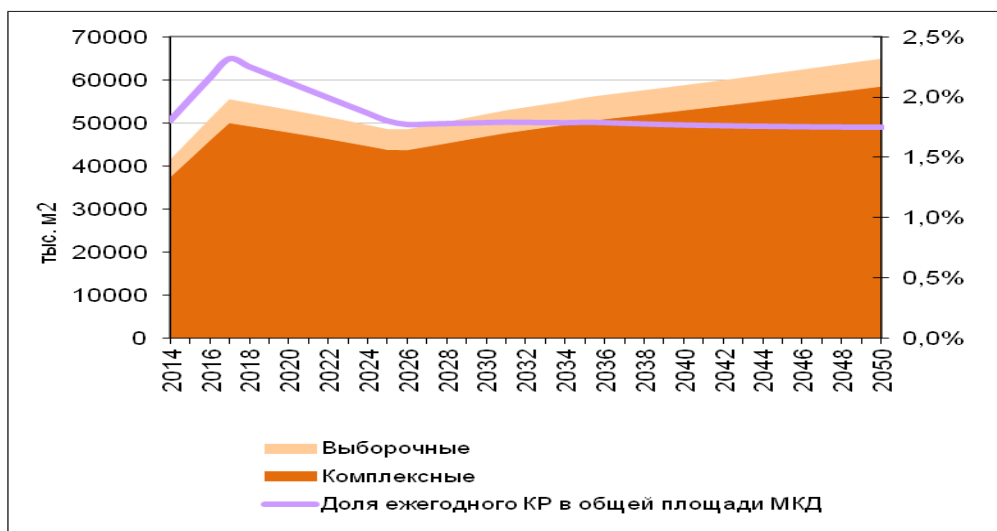
В сценарии «стратегия эффективности» получается, что доля комплексно капитально ремонтируемых зданий постепенно повышается до 2% в год (рис. 8.10). По мере снижения бюджетной поддержки в середине 20-х годов эта доля несколько снижается и стабилизируется на уровне 1,6%. Это позволяет стабилизировать и даже снизить потребность в КР МКД. К 2050 г. можно комплексно отремонтировать все МКД старше 40 лет. В этом случае объемы капитального ремонта (на 90% комплексного) достигают уровней 50 млн м<sup>2</sup> к 2035 г. и 58 млн м<sup>2</sup> к 2050 г.

**Рисунок 8.9 Структура источников финансирования и расходов на КР МКД в РФ по сценарию «стратегия инерции»**



Источник: Расчеты ЦЭНЭФ

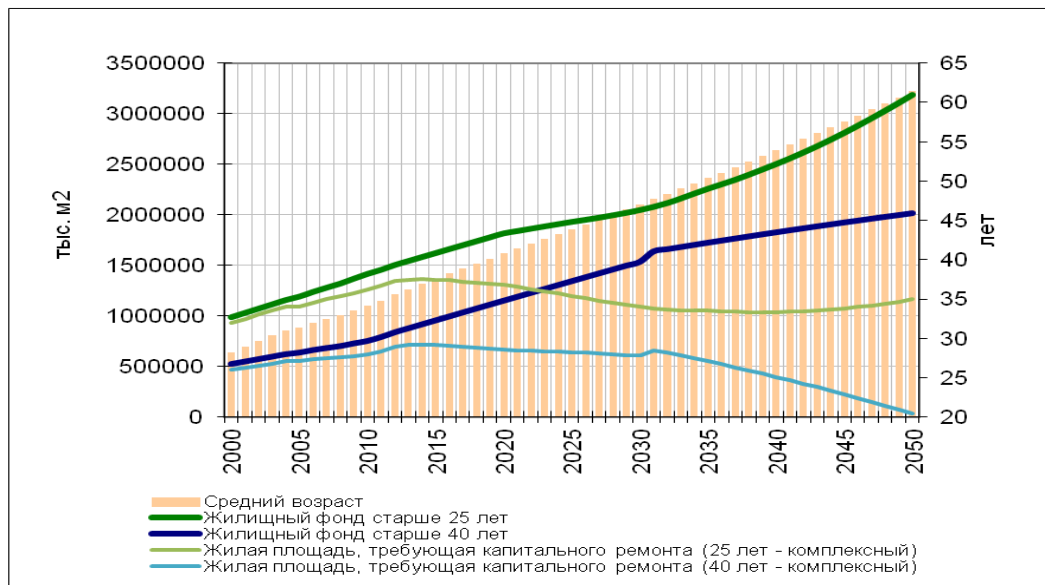
**Рисунок 8.10 Объемы капитального ремонта МКД в РФ по сценарию «стратегия эффективности»**



Источник: Расчеты ЦЭНЭФ

Сумма финансирования из бюджета за 2014-2025 гг. составляет 625 млрд руб. в дополнение к 2525 млрд руб. обязательных платежей за площади, которыми владеют государство и муниципалитеты. Итого расходы бюджета равны 3150 млрд руб. Они систематически снижаются (рис. 8.11).

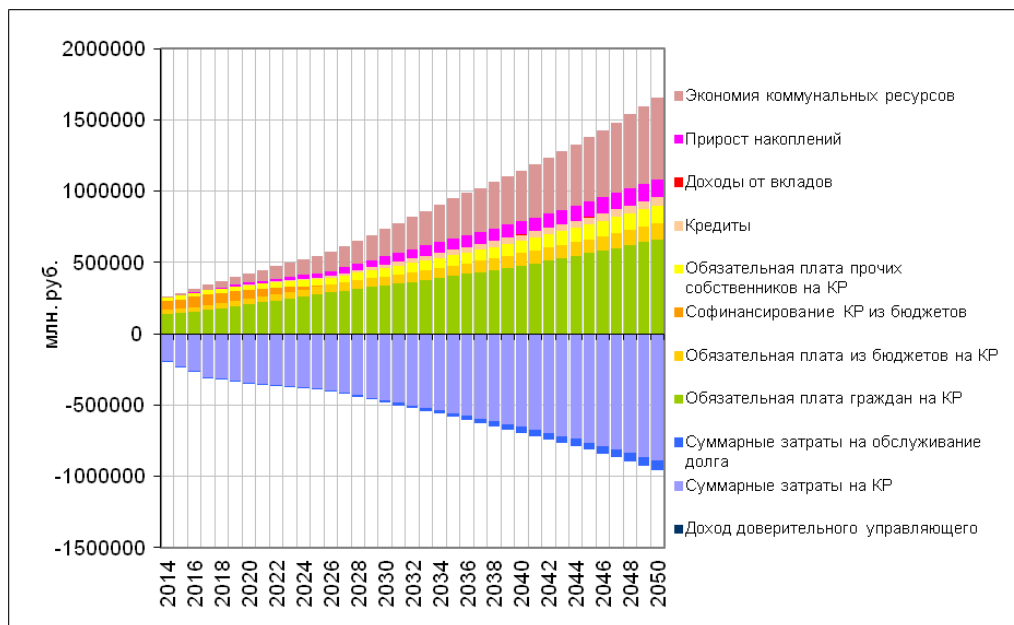
**Рисунок 8.11** Динамика площади МКД, требующих капитального ремонта, и среднего возраста МКД



Источник: Расчеты ЦЭНЭФ

В этом сценарии экономия на коммунальных ресурсах значительно более весома. Ежегодная экономия энергии в местах общего пользования составляет 14-15% от всего использования энергии в МКД. Накопленная к 2050 г. экономия на коммунальных ресурсах эквивалентна 60% от затрат на капитальный ремонт в этом году. Если бы она могла аккумулироваться и использоваться в качестве оплаты из счетов затрат, понесенных на КР, то обязательные взносы за КР можно было бы существенно снизить и (или) долю мер по экономии энергии – существенно увеличить.

**Рисунок 8.12** Структура источников финансирования и расходов на КР МКД в РФ по сценарию «стратегия эффективности»



Источник: Расчеты ЦЭНЭФ



Что касается собственников квартир и индивидуальных жилых домов, то значительную часть ремонтных работ они проводят за свой счет. Эти расходы отражаются по статье «ремонт и строительство жилья» в структуре потребительских расходов населения. В 2009 г. они составили 132 млрд руб. Эти суммы не отражаются в статистической отчетности по капитальному ремонту. Однако, поскольку ФЗ-271 и ФЗ-417 позволяют использовать взносы на капитальный ремонт только общего имущества в МКД, то расходы населения на меры по повышению энергоэффективности в квартирах и в индивидуальных жилых домах вырастут.

## 8.4. Базовый сценарий

### 8.4.1. Допущения базового сценария

**Объемы ввода жилья** определяются одним сценарием, описанным в разделе 8.2. Вводы жилых домов превышают 100 млн м<sup>2</sup> в год к 2030 г., затем стабилизируются на этом уровне и постепенно снижаются по мере снижения численности населения и его старения и за счет замедления роста экономики. С учетом ввода нового жилья и сноса старого жилищный фонд растет до 6,2 млрд м<sup>2</sup> к 2050 г., а обеспеченность населения жильем удваивается и достигает 46 м<sup>2</sup>/чел.

**Структура вводимого жилья.** Предполагается сохранение тенденции к росту доли индивидуальных жилых домов в вводах жилых домов. В базовом сценарии эта доля повышается с 43% в 2012 г. до 55% в 2050 г. При этом средняя площадь индивидуального жилого дома вырастет со 133 м<sup>2</sup> до 152 м<sup>2</sup>, а средняя площадь квартиры в МКД в 2014-2050 гг. вырастет с 83 м<sup>2</sup> до 87 м<sup>2</sup>.

**Благоустройство жилищного фонда.** Параметры благоустройства жилищного фонда будут определяться двумя тенденциями (табл. 8.2): ростом децентрализации теплоснабжения за счет развития индивидуального домостроения и повышением параметров благоустройства как в сегменте МКД, так и в сегменте индивидуальных зданий.

**Таблица 8.2** Параметры благоустройства жилого фонда в базовом сценарии

	2012	2020	2030	2040	2050
Обеспеченность водопроводом	78,5	81,7	85,7	89,8	93,8
Обеспеченность централизованным отоплением	63,4	62,6	61,6	60,6	59,6
Обеспеченность природным газом	68,3	69,2	70,4	71,6	72,8
Обеспеченность ГВС от систем теплоснабжения	52,3	53,9	55,9	57,9	59,9

Источник: ЦЭНЭФ

**Требования СНиП.** Постановление Правительства РФ от 25.01.2011 № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» требует снижения нормируемого удельного энергопотребления на единицу площади в расчете на градусосутки отопительного периода для новых зданий как минимум на 15% в 2011-2015 гг., на 30% в 2016-2019 гг. и на 40% начиная с 2020 г. Для отремонтированных зданий снижение должно составить 15% с 2016 г. и ещё 15% начиная с 2020 г. Приказ Минрегиона РФ № 224 от 17.05.2011 установил конкретные требования к удельному расходу тепловой энергии на цели отопления и вентиляции МКД и индивидуальных жилых зданий. Определен базовый уровень удельного расхода и нормируемые уровни расхода с 2011 г., с 2016 г. и с 2020 г.

Как уже отмечалось в главе 7, в России в январе 2013 г. был опубликован СП 50-13330-2012 (актуализированный СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»), который, по мнению ведущих специалистов, существенно ослабил требования к теплозащите зданий<sup>76</sup>. Противоречия нормативной базы усложняют выполнение ее требований. В базовом сценарии принято допущение, что за пределами 2020 г. требования по повышению энергоэффективности новых зданий не ужесточаются. Согласно этим требованиям, удельные расходы на нужды отопления, вентиляции и ГВС для нового МКД выше 12 этажей при 4000 ГСОП должны снизиться относительно базового значения 196 кВт·ч/м<sup>2</sup>/год до 168 кВт·ч/м<sup>2</sup>/год с 2011 г., до 140 кВт·ч/м<sup>2</sup>/год с 2016 г. и до 118 кВт·ч/м<sup>2</sup>/год с 2020 г.

В базовом сценарии принято допущение, что нормирование удельного энергопотребления на единицу площади в расчете на градусосутки отопительного периода для новых зданий ограничится величиной 15% в 2011-2050 г.

Эффективность работы системы контроля соответствия параметров энергоэффективности возводимых зданий нормативным требованиям неясна. Эта система очень эффективно работает в г. Москве. Она работает сравнительно эффективно в отношении МКД, но она практически не работает в отношении индивидуальных жилых зданий. Согласно ст. 49 Градостроительного кодекса для жилых зданий не выше трех этажей экспертиза проектной документации не проводится. Поэтому требования СНиП в отношении малоэтажного жилья могут соблюдаться только добровольно. Для того чтобы наладить систему контроля за соответствием параметров энергоэффективности возводимых малоэтажных зданий нормативным требованиям, потребуется время. В базовом сценарии принято допущение, что доля соответствия будет равномерно расти, и составит 90% в 2050 г. Поскольку доля индивидуальных зданий в объемах ввода жилого фонда равна 43%, и нет ясности относительно того, какая часть проектов соответствует даже СП 50-13330-2012, не говоря уже о требованиях действовавшего ранее СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», то можно допустить, что только 25% проектов соответствуют нормативным требованиям по энергетической эффективности жилых зданий.

**Капитальный ремонт.** В базовом сценарии использованы результаты сценария капитального ремонта по «стратегии инерции», который экстраполирует практику реализации преимущественно выборочных капитальных ремонтов. В расчетах используются только данные по комплексным капитальным ремонтам (см. Раздел 8.3), и предполагается экономия энергии по их результатам в объеме 10% от базового потребления.

Предполагается, что ежегодно на 0,5% будет расти доля утепления индивидуальных домов и квартир за счет проведения ремонтов собственными силами, что позволит экономить только 3% от базового потребления энергии на цели отопления.

**Параметры роста обеспеченности приборами учета.** Предполагается, что в базовом сценарии продолжится оснащение потребителей приборами учета. К 2028 г. 99% потребителей будут охвачены квартирными приборами учета холодной воды и ГВС, доля квартирных приборов учета природного газа повысится до 39%, а учета тепловой энергии – до 10%. Доля МКД с домовыми приборами учета холодной воды вырастет до 100% к 2042 г., ГВС – к 2038 г., отопления – к 2039 г. Обеспеченность домовыми приборами учета газа вырастет до 20% к 2050 г.

**Параметры роста обеспеченности электробытовыми приборами.** Рост реальных доходов населения и уже достигнутая степень насыщения электробытовыми приборами определяют рост оснащенности домохозяйств бытовой техникой (табл. 8.3). При

<sup>76</sup> В.И. Ливчак. Энергетическая эффективность зданий. К чему приведет СП 50-13330-2012 «Тепловая защита» и как выполнить постановление Правительства России? Энергосовет. № 2 (27) март-апрель 2013 г.



определении уровней насыщения использовались данные по обеспеченности электробытовыми приборами домохозяйств, распределенных по 10 доходным группам, и уровни обеспеченности бытовой техникой в зарубежных странах.

**Таблица 8.3** Параметры обеспеченности населения электробытовыми приборами на 100 домохозяйств

	2010	2020	2030	2040	2050
Холодильники и морозильники	121	129	132	132	132
Стиральные машины	99	104	107	107	107
Телевизоры	164	183	185	185	185
Кондиционеры	10	20	25	30	35
Компьютеры	63	93	100	108	115

Источник: ЦЭНЭФ

**Параметры энергоэффективности бытового оборудования.** В базовом сценарии приняты допущения о сохранении нынешних уровней эффективности бытового отопительного оборудования, водоподогревателей, газовых колонок и газовых плит до 2050 г. В отношении новой бытовой техники приняты допущения о постепенном росте эффективности нового оборудования на 1% в год для холодильников, морозильников и стиральных машин (за счет совершенствования стандартов в развитых странах), телевизоров, кондиционеров и компьютеров. Предполагается, что доля энергоэффективных ламп будет расти на 1% в год, и жилые здания не будут оснащаться системами контроля освещения.

**Развитие возобновляемых источников энергии.** Процесс развития возобновляемых источников энергии в жилых зданиях России запущен, но идет медленно. В жилых зданиях возобновляемые источники энергии используются еще мало. В базовом сценарии предполагается, что доля НВИЭ в производстве горячей воды не превысит 1% до 2050 г., НВИЭ не будут использоваться для отопления зданий и выработки электроэнергии в самих зданиях.

### 8.4.2. Результаты расчетов по базовому сценарию

В 2000-2012 гг. потребление в жилищном секторе выросло на 9%. В базовом сценарии в 2013-2050 гг. оно на 10% превышает уровень 2010 г. (табл. 8.4). Потребление природного газа увеличивается на 14%, а электроэнергии – на 30%. Прирост потребления электроэнергии превышает 38 млрд кВт-ч.

Потребление энергии растет значительно медленнее, чем жилищный фонд, по нескольким причинам. Во-первых, существенно растет доля новых зданий, удельные расходы на отопление которых меньше, чем у старых. Во-вторых, по мере роста обеспеченности населения жилой площадью снижается удельный расход энергии на 1 м<sup>2</sup> для таких процессов, как приготовление пищи, горячее водоснабжение, использование электроэнергии крупными бытовыми приборами, которое больше зависит от числа членов домохозяйства, чем от размеров площади. В-третьих, продолжают процесс оснащения жилищного фонда приборами учета и энергоэффективным оборудованием.



**Таблица 8.4 Потребление энергии в жилищном секторе в базовом сценарии (тыс. тут)**

	2010	2020	2030	2040	2050
<b>По видам энергоносителей</b>					
Уголь	3128	3113	3125	3015	2782
Нефтепродукты	841	731	589	447	309
Природный газ	59207	60215	64133	66684	67317
НВИЭ	0	0	32	56	80
Прочие твердые топлива	589	500	400	272	128
Электроэнергия	15633	18129	18746	19508	20335
<i>то же, млн кВт-ч</i>	<i>127095</i>	<i>147391</i>	<i>152405</i>	<i>158601</i>	<i>165324</i>
Тепло	72477	68782	72419	75527	75892
<b>Всего</b>	<b>151876</b>	<b>151470</b>	<b>159443</b>	<b>165509</b>	<b>166843</b>
<b>По процессам</b>					
Отопление	98523	100213	109971	116009	117444
ГВС	29015	24643	22315	21787	21084
Приготовление пищи	11572	11227	10882	10549	10206
Бытовые приборы и освещение	12766	15388	16275	17165	18108

Источник: ЦЭНЭФ

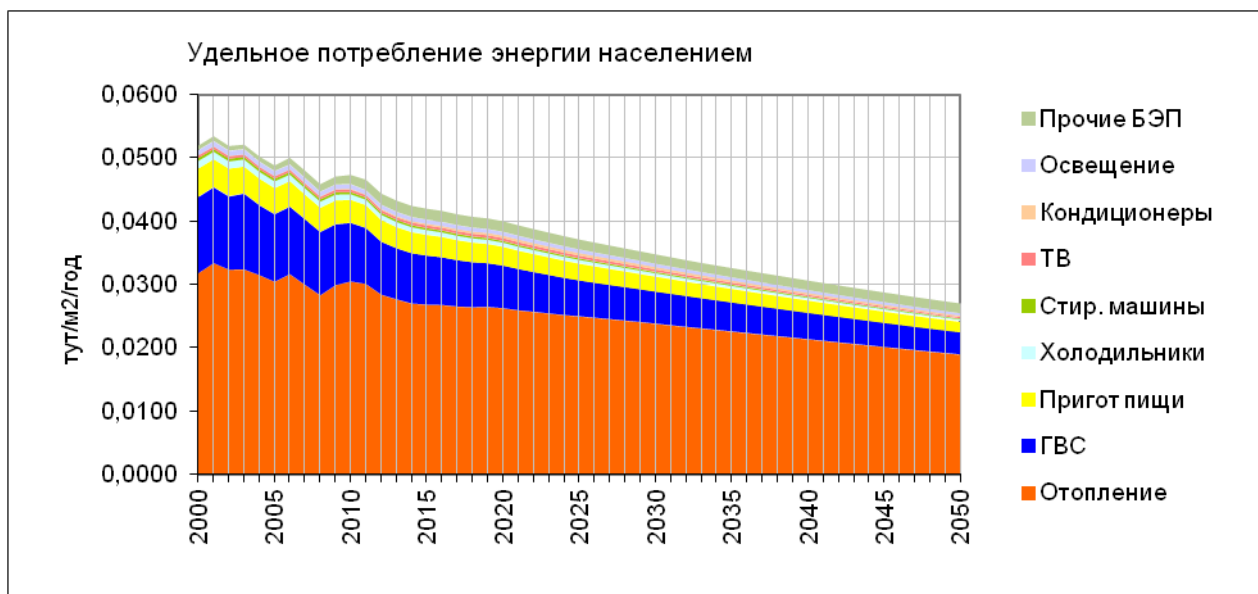
Потребление тепловой энергии от централизованных источников сначала снижается (зима 2010 г. была холодной), а затем начинает расти, даже несмотря на рост доли индивидуальных зданий и соответствующую децентрализацию теплоснабжения и на существенную экономию на горячей воде по мере оснащения потребителей приборами учета, современной сантехники и сокращения числа самих потребителей. Потребность в энергии на цели отопления растет, но она все больше покрывается за счет природного газа. Расходы энергии на приготовление пищи медленно снижаются за счет повышения эффективности плит, снижения численности населения и роста доли питания вне дома. Напротив, расходы электроэнергии на БЭП и освещение растут наиболее динамично – на 42%.

При существенном росте объема жилой площади практическая стабилизация потребления энергии происходит за счет заметного снижения удельного расхода энергии населением в расчете на 1 м<sup>2</sup> жилой площади (рис. 8.13). Это снижение обусловлено как введением дополнительных требований по энергоэффективности зданий и значительным приростом нового жилого фонда к 2050 г., так и пусть медленным, но все же повышением энергоэффективности жилого фонда за счет капитального ремонта и утепления жилых помещений.

В итоге, удельный расход энергии снижается с 44 кгУТ/м<sup>2</sup> (357 кВт-ч/м<sup>2</sup>) в 2012 г. до 40 кгУТ/м<sup>2</sup> (325 кВт-ч/м<sup>2</sup>) в 2020 г. и до 27 кгУТ/м<sup>2</sup> (220 кВт-ч/м<sup>2</sup>) в 2050 г. То есть за 38 лет удельный расход энергии снижается на 39%. В основном, это происходит за счет повышения эффективности отопления новых зданий и повышения эффективности использования горячей воды.

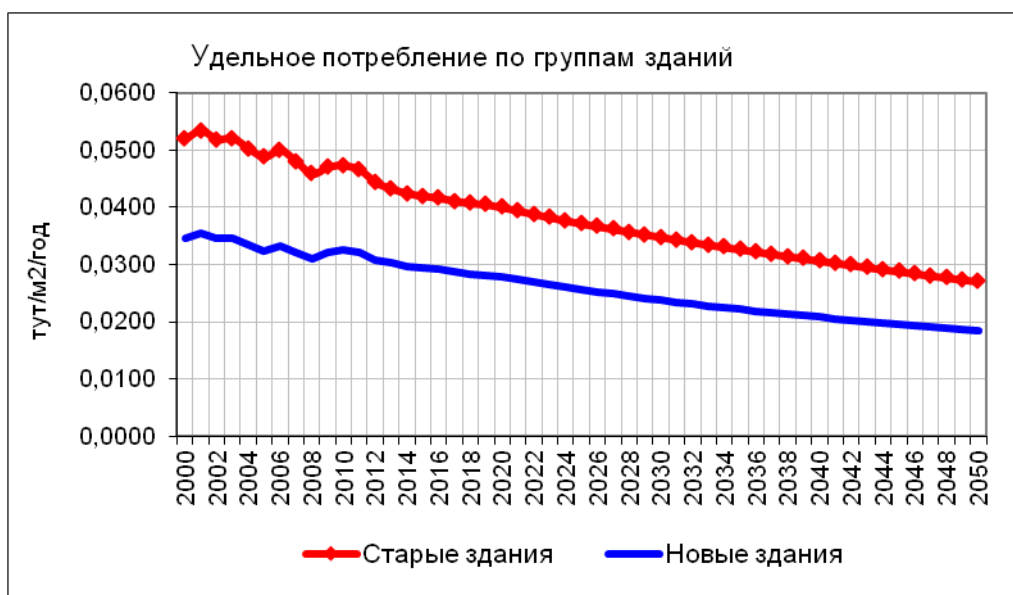
Для новых зданий удельный расход энергии к 2050 г. падает ниже 18,4 кгУТ/м<sup>2</sup> (150 кВт-ч/м<sup>2</sup>). По мере того как новые здания становятся частью фонда жилых зданий, снижение происходит и для всех зданий.

**Рисунок 8.13** Удельное потребление энергии населением в базовом сценарии



Источник: ЦЭНЭФ

**Рисунок 8.14** Удельное потребление энергии населением по группам зданий в базовом сценарии



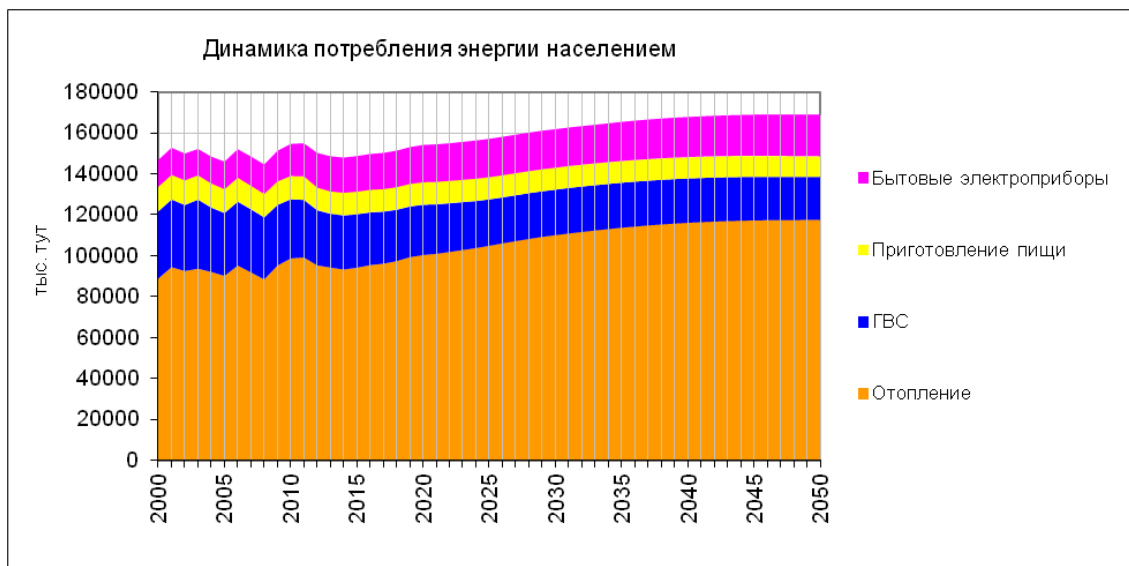
Источник: ЦЭНЭФ

Прирост потребности жилищного сектора в энергии в базовом сценарии происходит в основном за счет отопления растущего фонда жилых зданий (рис. 8.15), несмотря на рост эффективности использования энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование зданий. В основном, прирост потребностей в отоплении покрывается за счет природного газа (рис. 8.16) при умеренном росте использования на эти цели централизованного тепла. Это происходит по причине роста доли индивидуального жилищного строительства и нецелесообразности использования централизованных систем отопления в зонах с низкой плотностью тепловых нагрузок.



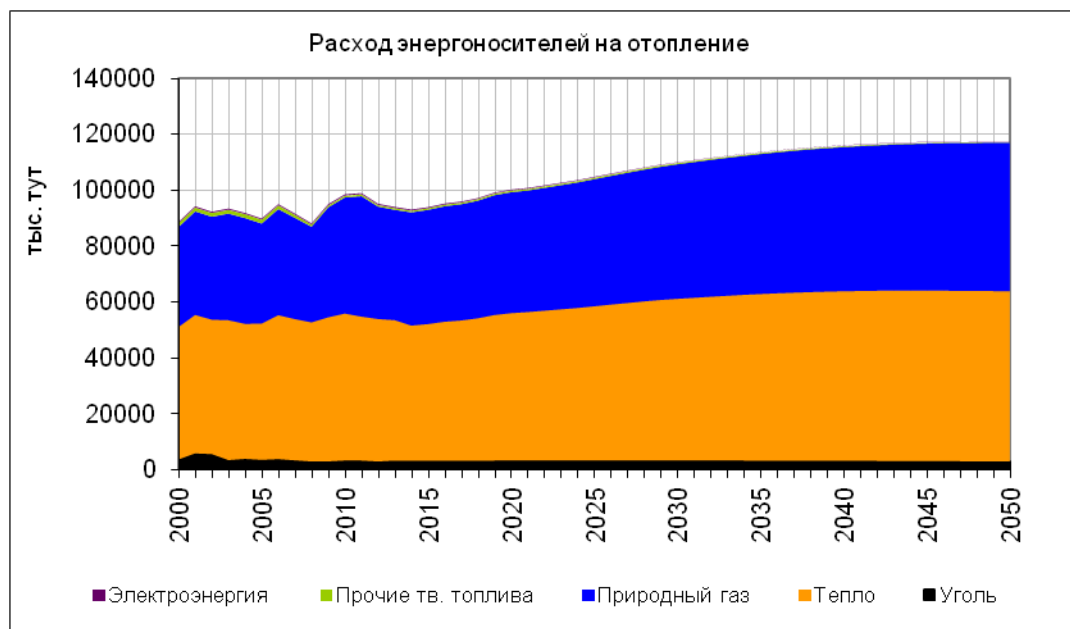
Потребление энергии на цели ГВС снижается на всем временном интервале до 2050 г., даже несмотря на рост благоустройства жилищного фонда (рис. 8.17). В топливном балансе систем ГВС на всем периоде сохраняется доминирование централизованного теплоснабжения, но его доля снижается за счет роста доли природного газа.

**Рисунок 8.15** Потребление энергии населением по направлениям использования в базовом сценарии



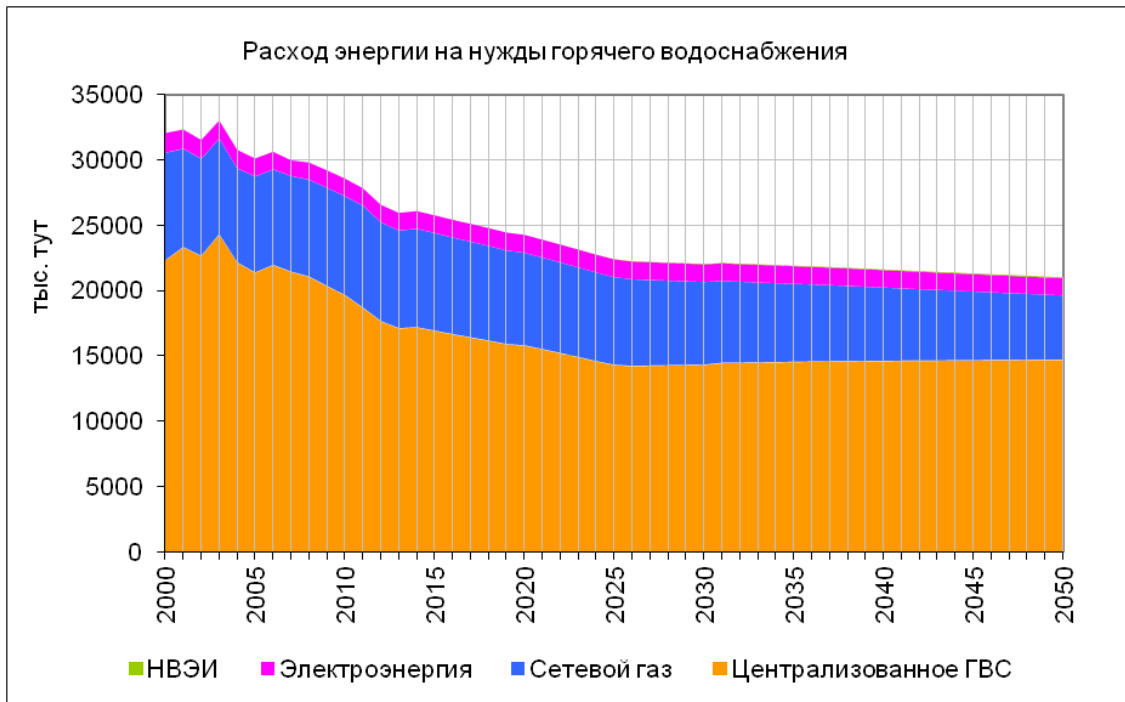
Источник: ЦЭНЭФ

**Рисунок 8.16** Структура использования энергоносителей на отопление жилых зданий в базовом сценарии



Источник: ЦЭНЭФ

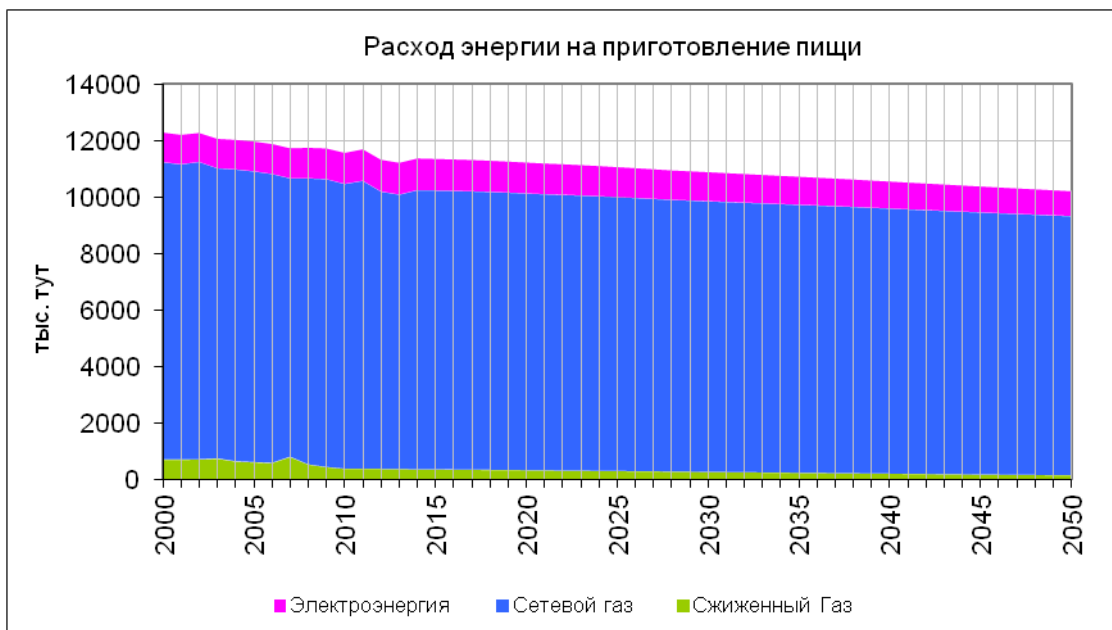
**Рисунок 8.17 Потребление энергии населением на цели ГВС в базовом сценарии**



Источник: ЦЭНЭФ

Доминирование природного газа в топливном балансе систем пищеприготовления также сохраняется на всем периоде, а потребление энергии на эти цели плавно сокращается до 2050 г. (рис. 8.18).

**Рисунок 8.18 Потребление энергии населением на цели пищеприготовления в базовом сценарии**

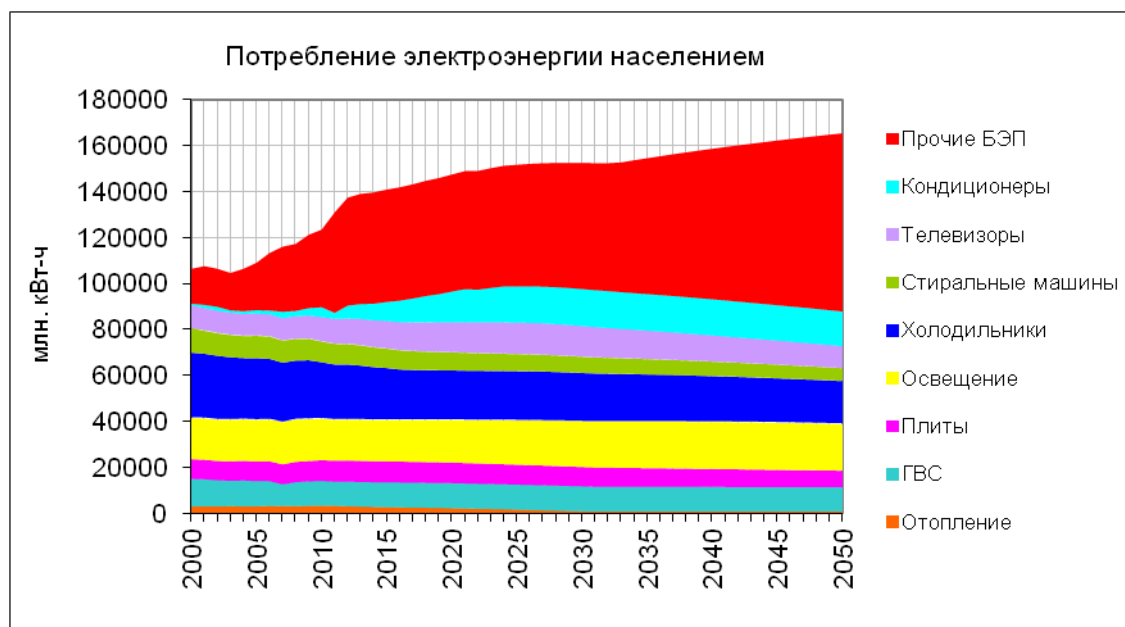


Источник: ЦЭНЭФ

Наиболее динамично в базовом сценарии растет потребление электроэнергии бытовыми приборами и системами освещения (рис. 8.19). Особенно быстро растет потребление

прочими бытовыми приборами, оснащенность домохозяйств которыми будет динамично расти по мере роста дохода (посудомоечные машины, сушильные машины, информационное оборудование и др.). Удваивается также потребление на нужды кондиционирования.

**Рисунок 8.19 Потребление электроэнергии населением по направлениям использования в базовом сценарии**



Источник: ЦЭНЭФ

Таким образом, в базовом сценарии:

- не удастся остановить рост потребления энергии в жилых зданиях, несмотря на то что к 2050 г. удельный расход энергии снижается на 39%, а для новых зданий удельный расход энергии к 2050 г. снижается до 18,4 кгУТ/м<sup>2</sup> (150 кВт-ч/м<sup>2</sup>);
- прирост потребности жилищного сектора в энергии происходит в основном за счет отопления растущего фонда жилых зданий и бытовых электроприборов. Потребление энергии на цели ГВС и приготовления пищи снижается;
- наиболее динамично растет потребление электроэнергии бытовыми приборами и системами освещения. Прирост потребления электроэнергии равен 38 млрд кВт-ч;
- доминирование централизованного тепла в топливном балансе жилищного сектора сохраняется на всем периоде. Однако в отоплении оно все больше замещается природным газом.

## 8.5. «Шаг в 21 век»

### 8.5.1. Допущения сценария «Шаг в 21 век»

**Требования по энергоэффективности зданий.** В сценарии «Шаг в 21 век» предполагается расширение сферы охвата требований по энергоэффективности зданий за счет интеграции требований по достаточности (sufficiency – меры по ориентации зданий, цвету крыши и др. биоклиматическим параметрам, снижающие потребность в энергии),

эффективности (efficiency – меры по теплозащите зданий и параметрам эффективности оборудования) и выработке энергии (supply from renewables – меры по выработке энергии в зданиях на основе использования возобновляемых источников энергии)<sup>77</sup>.

Тренд для новых версий СНиП в Европе – переход к зданиям с нулевым потреблением энергии и к зданиям, вырабатывающим энергию. В Дании с 2008 г. в жилых зданиях площадью более 135 м<sup>2</sup> расход первичной энергии на нужды отопления, вентиляции, приготовления пищи, ГВС и освещения должен был быть равен 86 кВт-ч/м<sup>2</sup>. Учитывая, что расчет ведется по первичной энергии (коэффициент пересчета электроэнергии из конечной в первичную энергию равен 2,5), а также, помимо отопления и вентиляции, в норматив попали и другие направления использования энергии, потребление энергии на цели отопления и вентиляции можно оценить не более чем в 60 кВт-ч/м<sup>2</sup>. С 2011 г. эти требования должны были быть снижены на 25% – до 40 кВт-ч/м<sup>2</sup>, к 2015 г. – на 57% – до 25 кВт-ч/м<sup>2</sup>. К 2020 г. удельное потребление должно оказаться на 75% ниже уровня требований 2008 г., или не выше 15 кВт-ч/м<sup>2</sup>, что соответствует требованию ЕС. По климатическим характеристикам Дания соответствует климатической зоне с числом градусо-суток около 3000.

В России также существует значительный потенциал экономии энергии при новом строительстве за счет: применения механической централизованной или поквартирной системы вентиляции с утилизацией теплоты вытяжного воздуха; применения систем гибридной вентиляции; повышения эффективности регулирования потребления тепла; повышения параметров теплозащиты зданий. Эти меры позволяют уже сегодня снижать удельный расход энергии на отопление и вентиляцию в многоэтажных МКД до 50 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год<sup>78</sup> и даже до 25-44 кВт-ч/м<sup>2</sup>/год<sup>79</sup>. Существует также большой положительный опыт строительства и реконструкции малоэтажных энергоэффективных зданий (рис. 8.20).

Согласно ФЗ-261, требования по энергоэффективности зданий должны пересматриваться каждые 5 лет. График повышения требований к удельному расходу теплоты на отопление и вентиляцию в сценарии «Шаг в 21 век» задан следующим образом:

- 2016 г. – снижение удельного расхода на 30% от базового уровня 2011 г. с выведением требований до 66,5 кВт-ч/м<sup>2</sup> (для здания выше 12 этажей);
- 2021 г. – снижение удельного расхода на 40% от базового уровня 2011 г. с выведением требований до 58 кВт-ч/м<sup>2</sup> (для здания выше 12 этажей);
- 2026 г. – снижение удельного расхода на 55% от базового уровня 2011 г. с выведением требований до 53 кВт-ч/м<sup>2</sup> (для здания выше 12 этажей);
- 2031 г. – снижение удельного расхода на 50% от базового уровня 2011 г. с выведением требований до 48 кВт-ч/м<sup>2</sup>;
- 2036 г. – снижение удельного расхода на 55% от базового уровня 2011 г. с выведением требований на нынешние параметры здания с низким потреблением энергии (43 кВт-ч/м<sup>2</sup>);
- 2041 г. – снижение удельного расхода на 60% от базового уровня 2011 г. с выведением требований на нынешние параметры здания с низким потреблением энергии (38 кВт-ч/м<sup>2</sup> для одноэтажного здания);

<sup>77</sup> Modernizing building energy codes to secure global energy future. Policy Pathways. IEA. 2013.

<sup>78</sup> В.И. Ливчак. Энергетическая эффективность зданий. К чему приведет СП 50-13330-2012 «Тепловая защита» и как выполнить постановление Правительства России? Энергосовет. № 2 (27) март-апрель 2013 г.

<sup>79</sup> А.Ю. Табунщиков. Энергоэффективные здания и инновационные инженерные системы. АВОК. № 1. 2014.



- 2046 г. – снижение удельного расхода на 65% от базового уровня 2011 г. с выведением требований на 33 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

Кроме того, принимается допущение, что с 2025 г. все вновь вводимые здания будут полностью соответствовать нормативным требованиям по энергоэффективности.

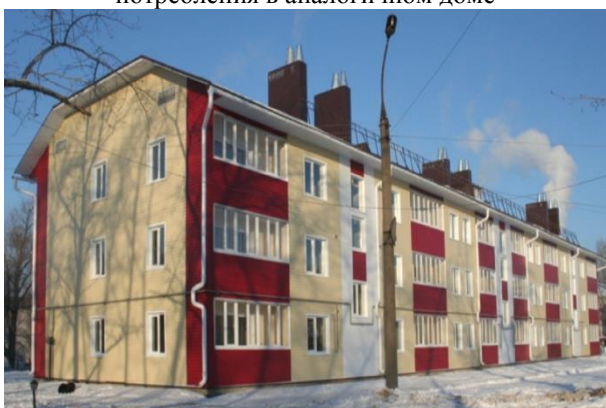
### **Рисунок 8.20 Примеры строительства и реконструкции энергоэффективных жилых домов по программам ФСРЖКХ**



Республика Саха (Якутия), пос. Жатай, ул. Комсомольская, 1/1. Общая площадь здания – 1473,1 м<sup>2</sup>, 23 квартиры. Крышная газовая котельная и резервное центральное отопление, солнечные коллекторы, секционные алюминиевые радиаторы, приточная вентиляция, светодиодные светильники с датчиками движения и освещенности, стеклопакеты с теплоотражающим покрытием и аргонным заполнением. Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению равна 40% от объема ее потребления в аналогичном доме



Оренбургская область, Оренбургский район, с. Ивановка, ул. Андреева, 51. Площадь – 868 кв.м. Тепловой насос, гелиосистема для подогрева горячей воды, солнечные панели, система УВРК-50 для вентиляции помещений. Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению составляет 73% от объема ее потребления в аналогичном доме. Доля энергии, выработанной альтернативными источниками, – 40%.



Республика Марий Эл, г. Волжск, ул. Чкалова, 16. Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению составляет 34% от объема ее потребления в аналогичном доме.



Рязанская область, Рыбновский район, г. Рыбное, ул. Березовая, 3. Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению составляет 73% от объема ее потребления в аналогичном доме. Тепловые насосы, солнечные коллекторы, солнечные батареи, установки рекуперации. Доля энергии, выработанной альтернативными источниками, – 80%.

Источник: ФСРЖКХ

**Капитальный ремонт.** Темпы роста ввода жилья по отношению к накопленному фонду зданий постепенно замедляются. Поэтому со временем растет значимость повышения

энергоэффективности существующих зданий за счет комплексного капитального ремонта, включающего меры по повышению их энергоэффективности.

Опыт показывает, что экономия энергии за счет капитального ремонта МКД может составлять 40-70%. НП «АВОК» определило, что для 4 МКД в Москве экономия потребления тепловой энергии после капитального ремонта составила 56-62%.<sup>80</sup> Похожие цифры дает ФСРЖКХ для отдельных экспериментальных зданий<sup>81</sup>. Для получения столь весомой экономии нужно провести следующие мероприятия: утепление ограждающих конструкций, совмещенных кровель и чердачных перекрытий; замену оконных и балконных блоков на энергоэффективные; установку АИТП, термостатов, балансировочных клапанов и др. Большая часть этих мер не вошла в минимальный перечень работ, которые можно финансировать за счет взноса на капитальный ремонт (см. Раздел 8.3). В итоге, имеющийся потенциал экономии в 40-70% оказывается недостижимым.

В США разрабатывается комплекс программ «глубокой энергетической реновации», в рамках которых ставится задача снижения удельного расхода энергии на 50% и более<sup>82</sup>.

В серии расчетов с активизацией использования ресурса энергоэффективности в уже построенных МКД реализуется сценарий капитального ремонта «стратегия эффективности» (см. Раздел 8.3). Предполагается, что с 2015 г. исходный уровень софинансирования из бюджетов всех уровней на капитальный ремонт будет равен 50% со снижением этой доли до нуля к 2026 г.; что доля комплексного ремонта будет не менее 90%, а экономия энергии на цели отопления по его результатам – 30%. Это меньше возможных 40-70%. То есть данный сценарий не полностью использует потенциал экономии капитального ремонта, но учитывает реалии последних лет в его регулировании, сокращающие возможности повышения энергоэффективности. Предполагается также активизация капитальных ремонтов индивидуальных зданий. На их долю после 2015 г. приходится 20% площади всех капитальных ремонтов. В итоге, ежегодно капитально ремонтируется по комплексным проектам 1,8-2% площади МКД и 0,7-1,2% площади индивидуальных зданий.

**Параметры энергоэффективности отопительных и водогрейных котлов.** Принимается допущение, что ежегодно выбывает 5% газовых котлов, и в проектах нового строительства, капитального ремонта и замены старых котлов применяются только котлы с КПД не ниже 92% (их доля повышается до 100% после 2021 г.) и котлы с КПД от 86% до 92% (их доля снижется до нуля к 2021 г.). В итоге, средний КПД газовых котлов растет с 75% в 2010 г. до 82% в 2020 г. и до 91% к 2050 г. Предполагается также, что КПД газовых плит, а также отопительных систем и водоподогревателей на других видах топлива, будет расти такими же темпами, что и КПД газовых котлов.

Для реализации такого сценария необходим запуск программ стимулирования замены котлов и водоподогревателей на более эффективные в индивидуальных жилых домах и МКД. Так, в Великобритании в рамках программы *Community Energy Saving Programme (CESP)*, реализуемой по схеме «белых сертификатов», поставщики природного газа в 2009-2012 гг. заменили 23 тыс. индивидуальных отопительных котлов на более энергоэффективные. Такие программы финансируются из тарифа с возможной оплатой расходов потребителя на энергоэффективное оборудование по схеме Green Deal – из счетов за природный газ в размере, не превышающем экономию энергии.

<sup>80</sup> Там же.

<sup>81</sup> Годовой отчет государственной корпорации — Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства за 2012 год. ФСРЖКХ. 2013.

<sup>82</sup> R. Cluett and J. Amann. Residential deep energy retrofits. ACEEE. March 2014. Report Number A1401.



**Параметры энергоэффективности систем освещения.** В данном сценарии принято допущение, что по мере совершенствования КЛЛ и светодиодов средняя мощность энергоэффективной лампы, замещающей стандартную лампу накаливания (60 Вт), будет снижаться на 1% в год. Доля ламп накаливания снижается по сравнению с базовым сценарием в 2020 г. с 61% до 47%, а в 2036 г. с 42% – до нуля. Для стимулирования замены систем освещения возможно использование механизма, описанного в разделе 7.3. Кроме того, предполагается, что доля жилых помещений, оснащенных системами контроля освещения, будет расти до 16% в 2030 г. и до 36% в 2050 г.

**Параметры энергоэффективности бытового оборудования.** Принято допущение, что за счет реализации информационных программ и программ стимулирования приобретения более энергоэффективного оборудования удастся ускорить снижение среднего удельного расхода по парку основных бытовых приборов на 1% в год (с 1% до 2% в год), а для компьютеров и прочей малой бытовой и информационной техники по мере их миниатюризации и повышения эффективности удельный расход на один прибор будет снижаться на 3%, и при этом к 2050 г. все домохозяйства будут иметь компьютеры и все необходимое периферийное оборудование.

## 8.5.2. Результаты расчетов по сценарию «Шаг в 21 век»

За счет мероприятий сценария «Шаг в 21 век» вместо роста потребления энергии в жилых зданиях в 2010-2050 гг. наблюдается его снижение, несмотря на существенный рост объема жилого фонда (табл. 8.5). Удастся также сначала ограничить рост, а затем обеспечить снижение потребления даже электроэнергии. Ее потребление по сравнению с базовым сценарием снижается на 57 млрд кВт-ч. Это равно годовой выработке 25 тепловых электростанций мощностью 500 МВт каждая. Потребление природного газа и тепловой энергии также устойчиво снижается.

**Таблица 8.5 Потребление энергии в жилищном секторе в сценарии «Шаг в 21 век» (тыс. тут)**

	2010	2020	2030	2040	2050
<b>По видам энергоносителей</b>					
Уголь	3128	2501	2020	1668	1354
Нефтепродукты	841	685	514	371	248
Природный газ	59207	53021	47514	43314	39120
НВИЭ	0	0	325	1049	1919
Прочие твердые топлива	589	402	258	150	62
Электроэнергия	15633	17496	16446	14640	13284
<i>то же, млн кВт-ч</i>	<i>127095</i>	<i>142248</i>	<i>133711</i>	<i>119028</i>	<i>107998</i>
Тепло	72477	65486	64320	63120	60276
<b>Всего</b>	<b>151876</b>	<b>139592</b>	<b>131398</b>	<b>124313</b>	<b>116263</b>
<b>По процессам</b>					
Отопление	98523	89328	85040	80377	74223
ГВС	29015	24608	22269	21745	21054
Приготовление пищи	11572	10883	9804	8880	8064
Бытовые приборы	12766	14772	14284	13311	12923

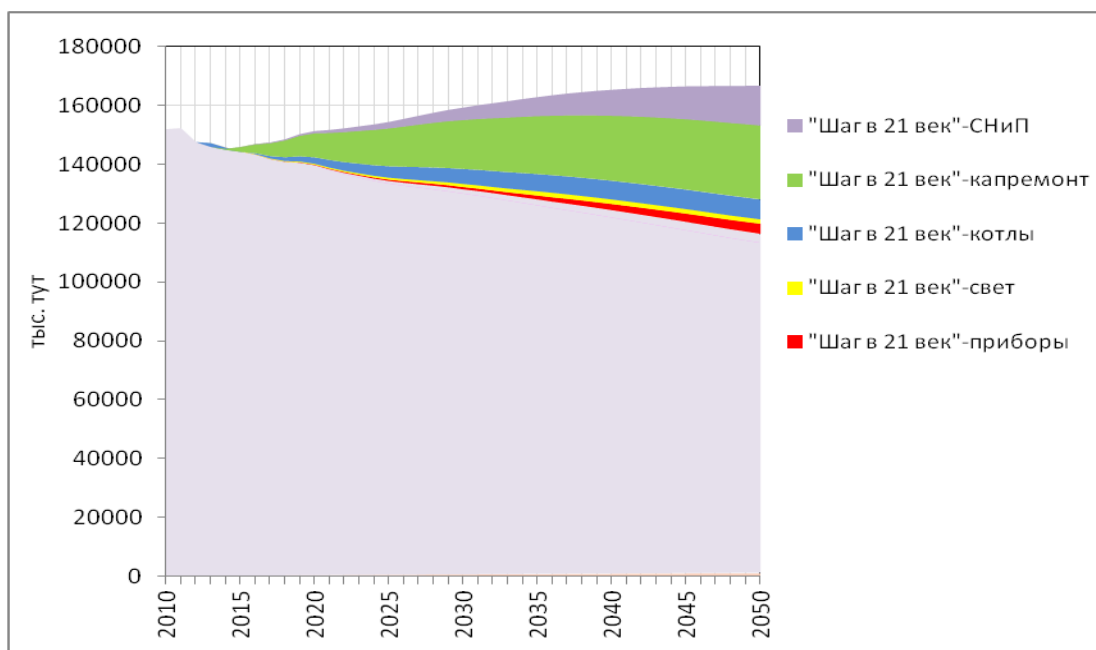
Источник: ЦЭНЭФ

Повышение нормативных требований к энергоэффективности новых зданий дает к 2050 г. экономию 13,5 млн тут; введение требований по капитальному ремонту по энергоэффективным проектам – 25,2 млн тут; замена газовых и прочих отопительных систем на энергоэффективные – 6,7 млн тут, повышение эффективности систем

освещения – 1,7 млн тут, повышение эффективности бытового оборудования – еще 3,5 млн тут (рис. 8.21).

Всего экономия энергии по сравнению с базовым сценарием составляет в 2050 г. 50,6 млн тут. Потребление энергии в 2050 г. составляет 77% от уровня 2010 г. и 70% от уровня 2050 г. в базовом сценарии. Помимо прямой экономии, мероприятия, позволяющие более эффективно использовать электрическую и тепловую энергию, дают существенную косвенную экономию топлива.

**Рисунок 8.21 Вклад отдельных укрупненных мероприятий по повышению энергоэффективности в изменение динамики потребления энергии населением в сценарии «Шаг в 21 век»**



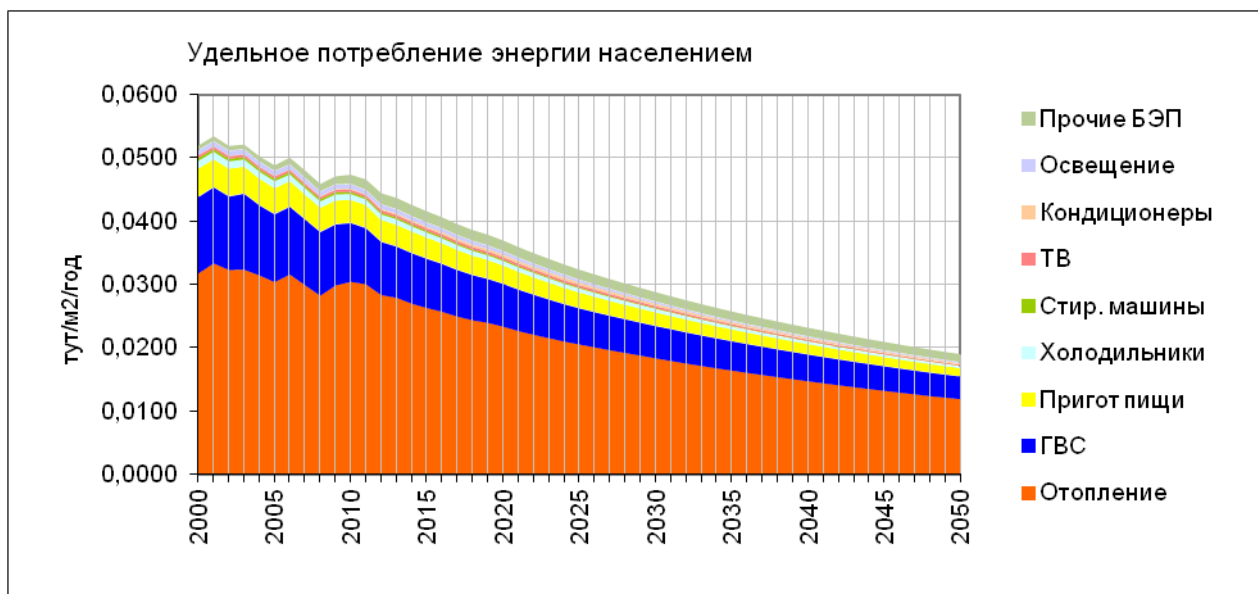
Источник: ЦЭНЭФ

Существенно более динамично, чем в базовом сценарии (с 44 кгуд/м<sup>2</sup>/год в 2011 г. до 19 кгуд/м<sup>2</sup>/год в 2050 г.), снижаются удельные расходы энергии населением в расчете на 1 м<sup>2</sup> жилой площади (рис. 8.22).

Для новых зданий удельный расход энергии к 2050 г. снижается до 10,2 кгуд/м<sup>2</sup> (83 кВт-ч/м<sup>2</sup>). Особенно динамично – с 28 кгуд/м<sup>2</sup>/год в 2011 г. до 12 кгуд/м<sup>2</sup>/год (97 кВт-ч/м<sup>2</sup>) в 2050 г. – снижаются удельные расходы на цели отопления и вентиляции, причем значимость отопления в структуре потребления энергии в жилищном секторе снижается (рис. 8.23). Это снижение обусловлено как введением новых требований СНиП, так и введением требований к капитальному ремонту и заменой отопительных систем. Для новых зданий удельный расход на цели отопления и вентиляции снижается до 4 кгуд/м<sup>2</sup> (32 кВт-ч/м<sup>2</sup>).

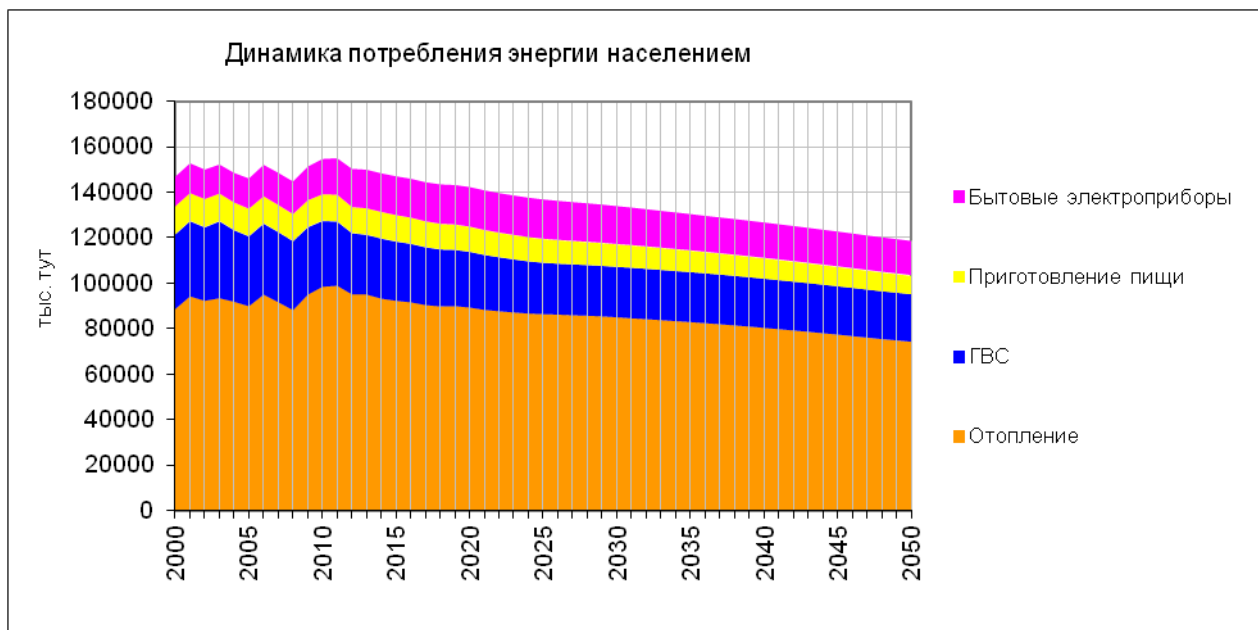


**Рисунок 8.22** Удельное потребление энергии населением в сценарии «Шаг в 21 век»



Источник: ЦЭНЭФ

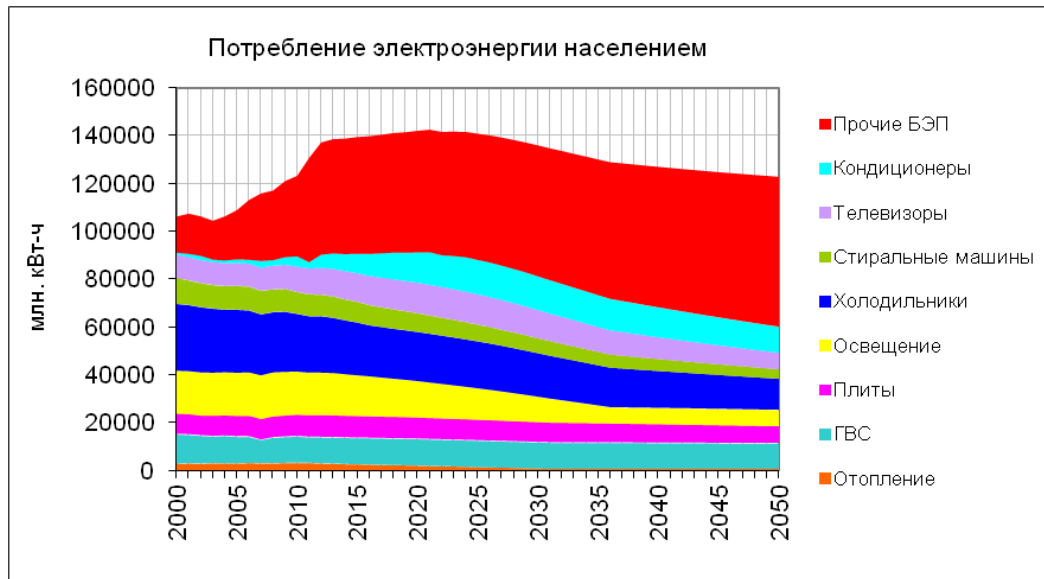
**Рисунок 8.23** Потребление энергии населением по направлениям использования в сценарии «Шаг в 21 век»



Источник: ЦЭНЭФ

Медленнее, чем расходы энергии на отопление, снижается потребление электроэнергии бытовыми приборами и на нужды кондиционирования при существенном снижении расходов электроэнергии на цели освещения (рис. 8.24).

**Рисунок 8.24 Потребление электроэнергии населением по направлениям использования в сценарии «Шаг в 21 век»**



Источник: ЦЭНЭФ

Таким образом, в сценарии «Шаг в 21 век»:

- удается не только остановить рост потребления энергии в жилых зданиях, но и добиться его снижения и к 2050 г. снизить его на 13% по отношению к уровню 2010 г. до 116 млн тут;
- обеспечить снижение удельного расхода энергии в 2,3 раза, а для новых зданий снизить удельный расход энергии к 2050 г. до 10,2 кгУТ/м<sup>2</sup> (83 кВт-ч/м<sup>2</sup>);
- после роста потребления электроэнергии до 2021 г. обеспечить возможность его устойчивого снижения до 2050 г. Снижение относительно объема потребления электроэнергии в 2010 г. составляет 15%;
- доминирование тепловой энергии в энергетическом балансе жилищного сектора сохраняется на всем периоде, но ее потребление снижается как относительно базового сценария в 2050 г. (на 21%), так и в абсолютном выражении на 17% в 2050 г. по сравнению с 2010 г.;
- падение спроса на газ со стороны жилищного сектора высвобождает на экспорт 17 млрд м<sup>3</sup> в 2050 г.;
- для практической реализации сценария «Шаг в 21 век» необходимо начать реализацию многих мер политики по стимулированию повышения энергоэффективности в зданиях (см. Главу 7), включая:
  - существенное повышение требований СНиП к удельному расходу теплоты на отопление и вентиляцию новых зданий с постепенным выведением их на уровень параметров пассивного здания;
  - повышение доли ежегодно ремонтируемых по комплексным энергоэффективным проектам МКД до 2% с введением требования снижения удельных расходов энергии на отопление и вентиляцию по итогам капремонта сначала на 30%, а затем на 50%;



- реализацию мер по стимулированию замены отопительного оборудования (в первую очередь, газовых котлов и водоподогревателей) на современные энергоэффективные модели;
- реализацию мер по повышению доли энергоэффективных источников света до 100% к 2036 г.;
- реализацию комплекса мер по замене бытовой техники на наиболее энергоэффективные модели и развитию их производства в России.

## 8.6. «Мягкий путь»

### 8.6.1. Допущения сценария «Мягкий путь»

В сценарии «Мягкий путь» заложены допущения о реализации более широкого пакета мер политики по повышению энергоэффективности зданий за счет стимулирования строительства «пассивных» зданий и более динамичного развития энергоэффективного домостроения. Кроме того, рассмотрены меры политики стимулирования применения возобновляемых источников энергии: тепловых насосов, солнечных водоподогревателей и фотоэлектрических панелей.

**Стимулирование строительства зданий с низким энергопотреблением и пассивных зданий.** В данном сценарии предполагается, что после того, как будет полностью отлажена система мониторинга строительства жилых зданий в соответствии с требованиями СНиП с 2021 г. будет запущена программа стимулирования строительства зданий с низким потреблением энергии (50 кВт·ч/м<sup>2</sup> на цели отопления и охлаждения) и «пассивных» зданий (15 кВт·ч/м<sup>2</sup>). Предполагается, что за счет этих мер доля новых жилых домов с низким потреблением энергии и «пассивных» зданий будет ежегодно увеличиваться на 1%, и каждая из них достигнет 30% в 2050 г.

**Потенциал развития НВИЭ в жилых зданиях.** Одним из направлений уменьшения потребления энергии, производимой на основе органического топлива и снижения выбросов ПГ в имеющихся и вводимых жилых зданиях, является применение технологий, использующих **нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ)**. Важным преимуществом использования НВИЭ является повышения степени автономности систем жизнеобеспечения зданий.

Основными технологиями использования НВИЭ в жилых зданиях России являются:

- использование солнечного теплового оборудования (солнечных коллекторов) для горячего водоснабжения зданий.
- применение солнечных фотоэлектрических установок (панелей) для выработки электроэнергии в зданиях.
- использование геотермальных тепловых насосов для теплоснабжения (горячее водоснабжение и отопление) зданий.
- использование блоков-утилизаторов (приточно-вытяжных устройств) и тепловых насосов для утилизации теплоты вентиляционных выбросов.
- применение квартирных и общедомовых утилизаторов теплоты сточных вод.

Широко распространено мнение, что в России ниша для применения таких технологий крайне ограничена. Тем не менее, только в рамках программ ФСРЖКХ уже накоплен достаточный положительный опыт применения НВИЭ для энергоснабжения жилых зданий, в т.ч. в регионах с довольно холодным климатом (рис. 8.20 и 8.25). Вклад НВИЭ в

энергоснабжение этих зданий равен от 16% до 150%. То есть в ряде случаев это здания, способные выдавать избыток энергии в сеть или соседним потребителям (energy plus buildings).

### Рисунок 8.25 Примеры строительства и реконструкции энергоэффективных жилых домов, использующих ВИЭ по программам ФСРЖКХ



Новосибирская область, пос. Маслянино, ул. 60 лет Октября, 28 В. 657 м<sup>2</sup>, 3 этажа, 18 квартир. Тепловой насос Logatherm WPS-33, солнечный коллектор Logasol SKN 3.0-s верт. V3. Доля энергии, выработанной альтернативными источниками, – 45%.



Республика Дагестан, г. Каспийск, ул. Ленина, 3в. Солнечные коллекторы, тепловые насосы. Доля энергии, выработанной альтернативными источниками, – 80% зима / 150% лето



Красноярский край, г. Дивногорск, ул. Бочкина. 24-квартирный жилой дом, 3 этажа, 1425 кв.м. Солнечные коллекторы, тепловые насосы (воздух-вода), рекуператор. Доля энергии, выработанной альтернативными источниками, – 16%.



Иркутская область, г. Ангарск, квартал 251, 2 этажа, 24 квартиры. Площадь 1097 м<sup>2</sup>. Солнечные вакуумные водонагреватели ГВС с коллекторами, тепловой насос с использованием низкопотенциальной энергии подземных вод. Доля энергии, выработанной альтернативными источниками, – 30%.

Источник: ФСРЖКХ

ЦЭНЭФ провел анализ количества и общей площади зданий жилого назначения России, для которых целесообразно использовать технологии с НВИЭ на перспективу до 2050 г. (табл. 8.6). Доля общей площади МКД, в которых потенциально могут использоваться технологии с НВИЭ, составляет 42%, доля общей площади малоэтажных зданий и индивидуальных домов жилого назначения – 32%. Наиболее перспективно применение этих технологий в зданиях, расположенных на территории Центрального, Приволжского и Южного федеральных округов.

В табл. 8.7 приведена прогнозная оценка объемов применения технологий НВИЭ для жилых зданий России на перспективу до 2050 г. Эти оценки использовались в качестве предельных уровней применимости технологий НВИЭ. Целесообразность и оптимальность применения каждой энергоэффективной технологии с НВИЭ в жилых зданиях России оценивались на основании ряда предположений и допущений. Если технология применима в существующих зданиях, то динамика объема жилого фонда, где она применима, определяется динамикой объемов жилого фонда. Если она применима только на вновь построенных зданиях, то динамика следует за объемами нового строительства.



**Таблица 8.6 Количество и общая площадь зданий жилого назначения России, для которых целесообразно использовать технологии с НВИЭ на перспективу до 2050 г.**

Наименование показателя	Ед. изм.	2015 г.	2020 г.	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Количество жилых зданий России	ед.	20603093	21833507	23153263	24569713	26090868	27725451	29482972	31373794
Количество жилых зданий России с технологиями НВИЭ	ед.	17389329	18618881	19937700	21353135	22873185	24506570	26262788	28152196
то же	%	84,4	85,3	86,1	86,9	87,7	88,4	89,1	89,7
Многоэтажные жилые здания с технологиями НВИЭ	ед.	29759	108146	192620	283702	381960	488014	602541	726280
то же	%	0,1	0,5	0,8	1,2	1,5	1,8	2,0	2,3
Малоэтажные здания и индивидуальные жилые дома с технологиями НВИЭ	ед.	17359570	18510735	19745081	21069433	22491226	24018556	25660247	27425916
то же	%	84,3	84,8	85,3	85,8	86,2	86,6	87,0	87,4
Общая площадь жилых зданий России	тыс. м <sup>2</sup>	3476334	3735762	4016809	4321392	4651605	5009736	5398280	5819968
Общая площадь жилых зданий России с технологиями НВИЭ	тыс. м <sup>2</sup>	1200514	1550837	1928744	2337082	2777489,0	3253841	3768050	4324053
то же	%	34,5	41,5	48,0	54,1	59,7	65,0	69,8	74,3
Общая площадь многоэтажных жилых зданий с технологиями НВИЭ	тыс. м <sup>2</sup>	100895	366469	652367	960771	1292596	1650921	2036791	2453189
то же	%	2,9	9,8	16,2	22,2	27,8	33,0	37,7	42,2
Общая площадь малоэтажных зданий и индивидуальных жилых домов с технологиями НВИЭ	тыс. м <sup>2</sup>	1099619	1184368	1295708	1376311	1484893	1602920	1731259	1870864
то же	%	31,6	31,7	32,3	31,8	31,9	32,0	32,1	32,1

Источник: Оценка ЦЭНЭФ



**Таблица 8.7 Потенциальные объемы применения НВИЭ для жилых зданий России на перспективу до 2050 г.**

Наименование показателя	Ед. изм.	2015 г.	2020 г.	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
<b>Использование солнечного теплового оборудования (солнечных коллекторов) для горячего водоснабжения</b>									
Количество жилых зданий	ед.	13706560	14614521	15586419	16627451	17743274	18940056	20224519	21603996
то же	%	66,5	66,9	67,3	67,7	68,0	68,3	68,6	68,9
Общая площадь жилых зданий	тыс. м <sup>2</sup>	871154	937023	1008513	1086139	1170470	1262126	1361789	1470205
то же	%	25,1	25,1	25,1	25,1	25,2	25,2	25,2	25,3
<b>Применение солнечных фотоэлектрических установок (панелей) для выработки электроэнергии</b>									
Количество жилых зданий	ед.	13706560	14614521	15586419	16627451	17743274	18940056	20224519	21603996
то же	%	66,5	66,9	67,3	67,7	68,0	68,3	68,6	68,9
Общая площадь жилых зданий	тыс. м <sup>2</sup>	871154	937023	1008513	1086139	1170470	1262126	1361789	1470205
то же	%	25,1	25,1	25,1	25,1	25,2	25,2	25,2	25,3
<b>Использование геотермальных тепловых насосов для теплоснабжения (горячее водоснабжение и отопление)</b>									
Количество жилых зданий	ед.	16310187	17387298	18543292	19784736	21118789	22553256	24096653	25758266
то же	%	79,2	79,6	80,1	80,5	80,9	81,3	81,7	82,1
Общая площадь жилых зданий	тыс. м <sup>2</sup>	1040487	1121109	1208747	1304049	1407725	1520550	1643376	1777137
то же	%	29,9	30,0	30,1	30,2	30,3	30,4	30,4	30,5
<b>Использование блоков-утилизаторов (приточно-вытяжных устройств) и тепловых насосов для утилизации теплоты вентиляционных выбросов (для новых многоквартирных жилых домов)</b>									
Количество жилых зданий	ед.	29759	108146	192620	283702	381960	488014	602541	726280
то же	%	0,1	0,5	0,8	1,2	1,5	1,8	2,0	2,3
Общая площадь жилых зданий	тыс. м <sup>2</sup>	100895	366469	652367	960771	1292596	1650921	2036791	2453189
то же	%	2,9	9,8	16,2	22,2	27,8	33,0	37,7	42,2
<b>Применение квартирных и общедомовых утилизаторов теплоты сточных вод (для новых многоквартирных жилых домов)</b>									
Количество жилых зданий	ед.	29759	108146	192620	283702	381960	488014	602541	726280
то же	%	0,1	0,5	0,8	1,2	1,5	1,8	2,0	2,3
Общая площадь жилых зданий	тыс. м <sup>2</sup>	100895	366469	652367	960771	1292596	1650921	2036791	2453189
то же	%	2,9	9,8	16,2	22,2	27,8	33,0	37,7	42,2

Источник: Оценка ЦЭНЭФ

Граничным условием, определяющим объемы применения данных технологий солнечных коллекторов и солнечных фотоэлектрических панелей, явилась величина среднегодовой удельной солнечной радиации, поступающей за сутки на оптимально ориентированную поверхность (горизонтальную поверхность или поверхность южной ориентации с оптимальным углом наклона к горизонту). Значение граничной величины среднегодовой удельной солнечной радиации, поступающей за сутки на оптимально ориентированную поверхность принято на уровне не менее  $4,0 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{сут})$ .

Согласно «Атласу распределения ресурсов солнечной энергии по территории России» (данные ИВТ РАН), значение среднегодовой удельной солнечной радиации на уровне не менее  $4,0 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{сут})$  характерно для регионов ЦФО (кроме территорий Владимирской, Смоленской, Тверской, Ярославской и Московской областей и г. Москвы; всей территории ЮФО и СКФО; территории ПФО (кроме Пермского края и Нижегородской области); территории УФО (кроме Свердловской области и ЯНАО; всей территории СФО; и территории ДФО (кроме Камчатского края и Чукотского автономного округа).

Была принята предпосылка о полном использовании для малоэтажных зданий и индивидуальных жилых домов потенциала геотермальных тепловых насосов для теплоснабжения (горячее водоснабжение и отопление) зданий. Граничным условием, определяющим объемы применения этой технологии для каждого региона Российской Федерации, явилась величина коэффициента трансформации (COP) для оценки эффективности использования геотермальных тепловых насосов. Значения граничной величины коэффициента трансформации для использования геотермальных тепловых насосов принято на уровне более 3,0 ( $\text{COP} > 3,0$ ). Согласно районированию территории России по эффективности использования низкопотенциальной теплоты грунта в теплонасосных системах теплоснабжения (данные ОАО «Инсолар-Инвест»), значение коэффициента трансформации геотермальных тепловых насосов на уровне более 3,0 имеют следующие федеральные округа и регионы Российской Федерации: вся территория ЦФО; СФО (кроме территории Мурманской области); вся территория ЮФО, СКФО, ПФО, территория УФО (кроме ХМАО и ЯНАО); территория СФО (кроме Республики Бурятия, Республики Тывы, Забайкальского края, Красноярского края, Иркутской области, Томской области); территория ДФО (кроме Республики Саха, Амурской области, Магаданской области, Чукотского автономного округа).

Для использования блоков утилизаторов (приточно-вытяжных устройств) и тепловых насосов для утилизации теплоты вентиляционных выбросов и применения квартирных и общедомовых утилизаторов теплоты сточных вод принято допущение о потенциале применения этих технологий только для вновь вводимых в эксплуатацию многоэтажных жилых зданий. Применение данных технологий для существующих жилых домов потребует существенной реконструкции зданий (сооружение дополнительных верхних технических этажей для установки блоков-утилизаторов теплоты вентиляционных выбросов, реконструкция систем естественной вентиляции в квартирах, реконструкция систем канализации зданий).

**Стимулирование применения тепловых насосов.** Принято допущение, что все здания с низким потреблением энергии и все «пассивные» здания будут оснащены системами отопления на тепловых насосах. Кроме того, часть новых зданий, построенных по новым СНиП, также будет оснащена такими системами отопления. Всего доля жилого фонда, оснащенного тепловыми насосами, вырастет до 5% в 2030 г. и до 15% в 2050 г.<sup>83</sup> Таким

<sup>83</sup> В странах ЕС парк тепловых насосов достиг 1 млн ед. Годовые продажи в 2008-2010 гг. составили 104-115 тыс. ед. Доля тепловых насосов в сценарии с активным снижением выбросов парниковых газов может вырасти до 10% в 2020 г. и до 30% в 2050 г. Tracking Clean Energy Progress 2013. IEA Input to the Clean Energy Ministerial. IEA. 2013.

образом, к 2050 г. используется половина имеющегося потенциала по применению этой технологии. Переход на такую систему отопления снижает потребление топлива и централизованного тепла, но повышает потребность в электроэнергии. Однако частично это компенсируется тем, что для таких зданий значительно снижается потребность в кондиционировании, а значит, снизится динамика оснащенности кондиционерами и потребление электроэнергии на эти цели.

**Стимулирование применения солнечных водоподогревателей.** В России крайне мала доля солнечных подогревателей воды. В Греции и на Кипре она составляет 35-40%<sup>84</sup>. В мире на конец 2011 г. было установлено 350 млн м<sup>2</sup> площади солнечных коллекторов общей мощностью 245 ГВт, из которых на долю Китая и ЕС приходится 80%. Ожидается, что к 2020 г. общая мощность солнечных коллекторов в мире превысит 800 ГВт<sup>85</sup>. В России предполагается постепенное доведение доли жилых зданий, оборудованных солнечными водоподогревателями, до 8% в 2030 г. и до 18% в 2050 г., то есть к 2050 г. будут реализованы три четверти потенциала использования этой технологии (табл. 8.7).

**Стимулирование использования фотоэлектрических панелей.** В настоящее время фотоэлектрические панели в России практически не используются (за исключением штучных пилотных объектов (рис. 8.20 и 8.25). Предполагается, что по мере удешевления солнечных модулей<sup>86</sup> они станут экономически привлекательным вариантом электроснабжения жилых зданий. До 2021 г. продлятся эксперименты с использованием фотоэлектрических панелей для жилых зданий, накопление опыта, подготовка специалистов, а в 2021 г. намечен масштабный запуск программы стимулирования использования фотоэлектрических панелей. Принято допущение, что к 2030 г. 1% односемейных жилых зданий будет оснащен фотоэлектрическими панелями, в 2040 г. – 3%, а к 2050 г. – 5%. Расчеты приведены исходя из средней площади фотоэлектрической панели 60 м<sup>2</sup> и среднегодовой выработки электроэнергии на 1 м<sup>2</sup> панели 150 кВт-ч.

## 8.6.2. Результаты расчетов по сценарию «Мягкий путь»

За счет мероприятий сценария «Мягкий путь» дополнительно к сценарию «Шаг в 21 век» потребление энергии снижается сравнительно мало (табл. 8.8), поскольку в сценарии «Шаг в 21 век» уже вводятся довольно жесткие требования к эффективности отопления и охлаждения зданий.

Основное отличие этого сценария – в росте вклада децентрализованных НВИЭ в энергобаланс зданий. К 2050 г. за счет этого источника покрывается без малого 13% всего энергопотребления (табл. 8.8). Более чем в 2 раза снижается прямое потребление природного газа и органического топлива в целом на нужды энергоснабжения жилых зданий (рис. 8.26). Потребление электроэнергии растет только на 5%. Однако за счет децентрализованного производства потребность в электроэнергии от сетей общего пользования снижается на 28%. Почти вдвое снижается потребление централизованного тепла.

<sup>84</sup> Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. ADEME. September 2012.

<sup>85</sup> Tracking Clean Energy Progress 2013. IEA Input to the Clean Energy Ministerial. IEA. 2013.

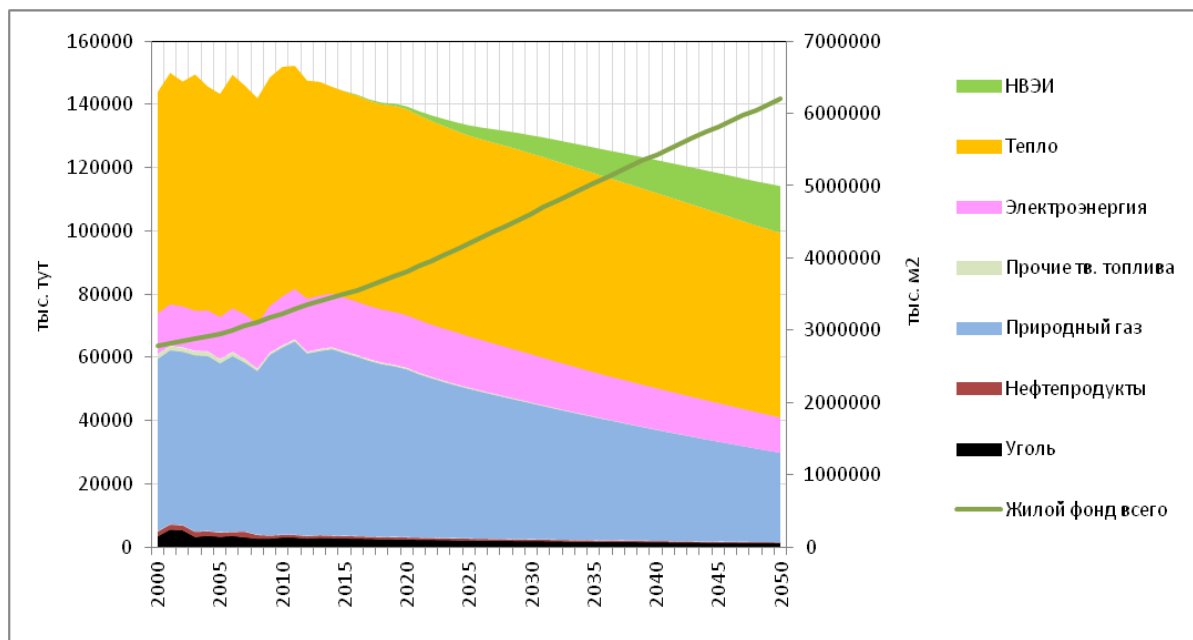
<sup>86</sup> В 1975-2010 гг. цена фотоэлектрических панелей снизилась со 100 долл./Вт до примерно 2 долл./Вт, или в 50 раз. U. Pillai and J. McLaughlin. A model of completion in the solar panel industry. Energy Economics. 40, (2013), 32-39. Можно ожидать ее дальнейшего значительного снижения.



**Таблица 8.8 Потребление энергии в жилищном секторе в сценарии «Мягкий путь» (тыс. тунт)**

	2010	2020	2030	2040	2050
<b>По видам энергоносителей</b>					
Уголь	3128	2501	2011	1645	1320
Нефтепродукты	841	685	514	371	248
Природный газ	59207	53087	42972	35126	28288
<i>Всего топлива</i>	<i>63177</i>	<i>56273</i>	<i>45498</i>	<i>37142</i>	<i>29856</i>
НВЭИ	0	863	5749	10381	14757
<i>тепло</i>	<i>0</i>	<i>261</i>	<i>3917</i>	<i>7015</i>	<i>9575</i>
<i>электроэнергия</i>	<i>0</i>	<i>603</i>	<i>1833</i>	<i>3366</i>	<i>5182</i>
Прочие тв. топлива	589	402	257	148	61
Электроэнергия всего	15633	17383	17159	16515	16401
Электроэнергия от сетей общего пользования	15633	16780	15326	13149	11219
<i>то же, млн кВт-ч</i>	<i>127095</i>	<i>136424</i>	<i>124604</i>	<i>106903</i>	<i>91211</i>
Тепло	72477	65064	63412	61679	58332
<b>Всего</b>	<b>151286</b>	<b>138981</b>	<b>129986</b>	<b>122351</b>	<b>114164</b>
<b>По процессам</b>					
Отопление	98523	89332	84598	79693	73636
ГВС	29015	24134	21110	19922	18613
Приготовление пищи	11572	10883	9804	8880	8064
Бытовые приборы	12766	15033	14731	14005	13912

Источник: ЦЭНЭФ

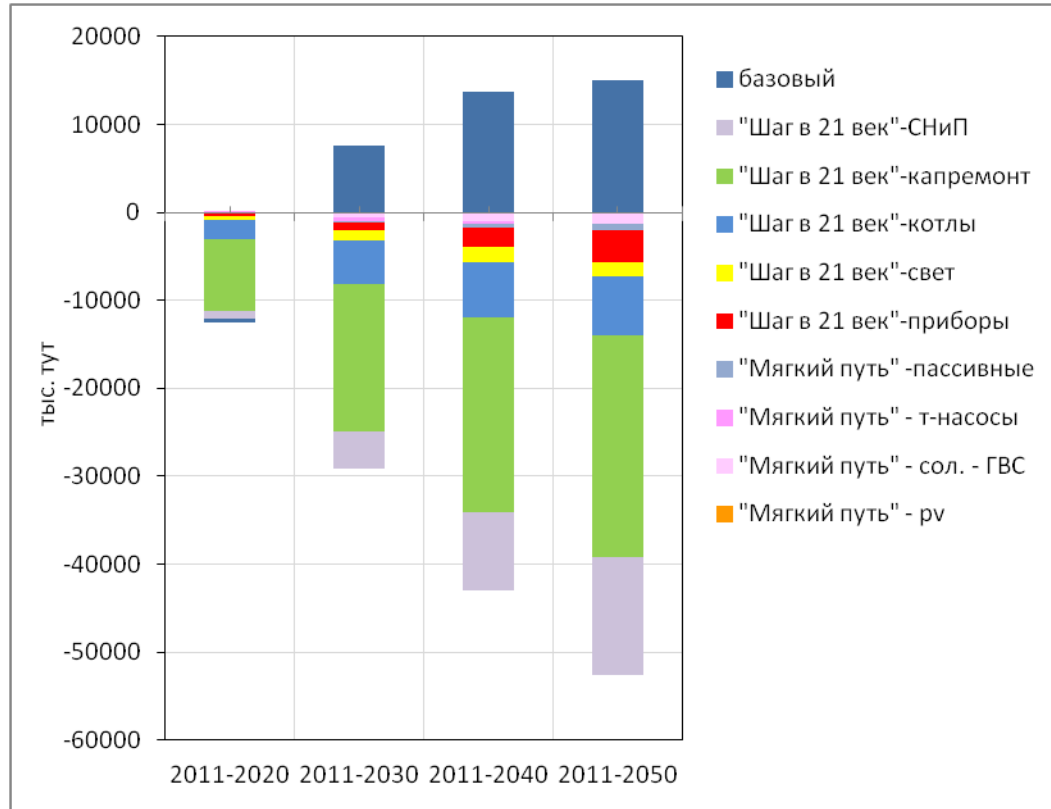
**Рисунок 8.26 Динамика и структура потребления энергоресурсов в жилищном секторе в сценарии «Мягкий путь»**


Источник: ЦЭНЭФ

Мероприятия сценария «Шаг в 21 век» дают значительную экономию энергии в жилищном секторе (рис. 8.27), которая полностью компенсирует потенциальный прирост потребления в базовом сценарии и позволяет при существенном росте жилищного фонда снижать потребление энергии. Наиболее значим вклад мер по повышению энергоэффективности новых зданий и по реализации комплексных капитальных ремонтов по

энергоэффективным проектам. Большой объем экономии можно также получить за счет замены устаревшего отопительного оборудования на современное.

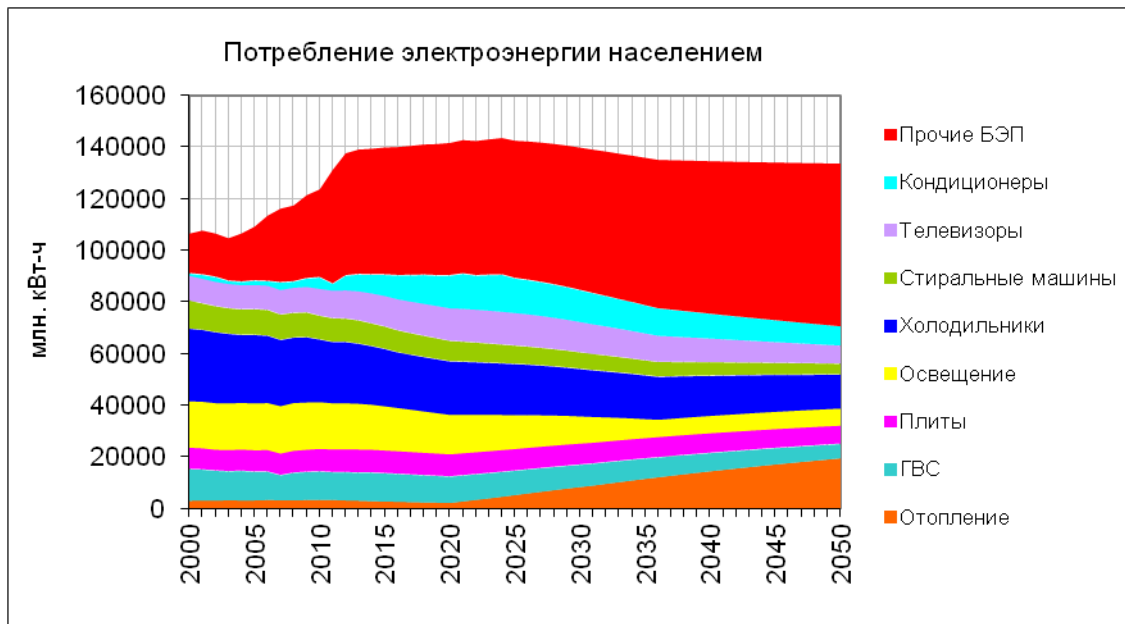
**Рисунок 8.27 Вклад отдельных укрупненных мероприятий в изменение динамики потребления энергии населением**



Источник: ЦЭНЭФ

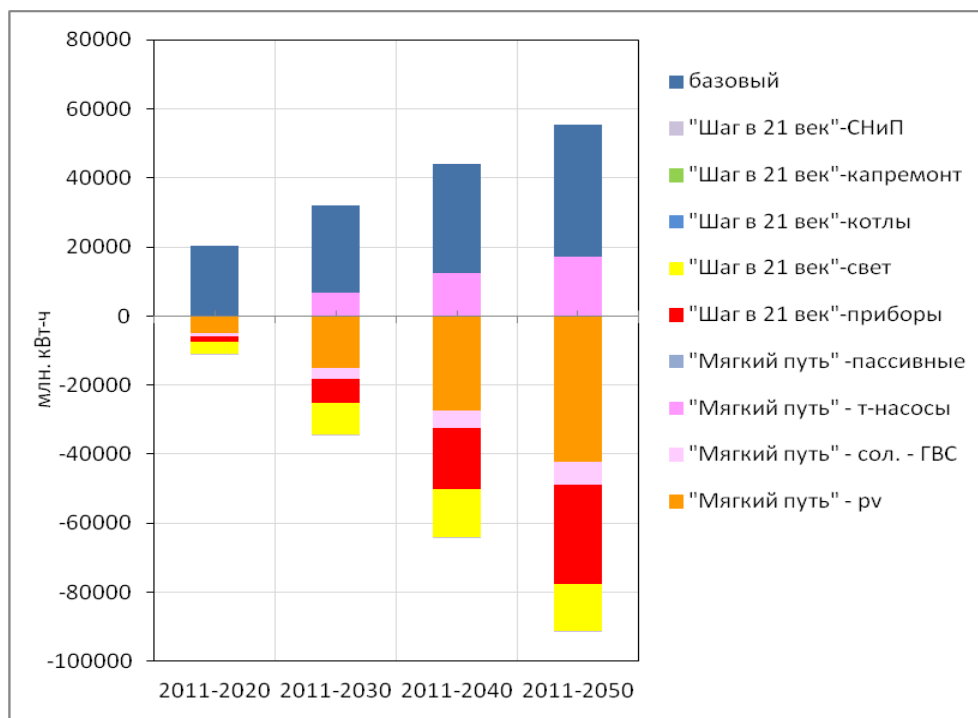
Значительно меняется структура потребления электроэнергии. После 2020 г. потребление электроэнергии снижается не так динамично, как в сценарии «Шаг в 21 век», – в основном, за счет развития тепловых насосов, которые требуют дополнительного потребления электроэнергии (рис. 8.28). Если бы эта энергия вырабатывалась на тепловых станциях, то это привело бы к дополнительному спросу на газ. Однако этот эффект перекрывается выработкой электроэнергии на фотоэлектрических панелях (рис. 8.29). В итоге, прирост потребности в электроэнергии, поставляемой из сети общего пользования, снижается на 36 млрд кВт-ч в 2010-2050 гг.

**Рисунок 8.28 Потребление электроэнергии населением от сетей общего пользования по направлениям использования в сценарии «Мягкий путь»**



Источник: ЦЭНЭФ

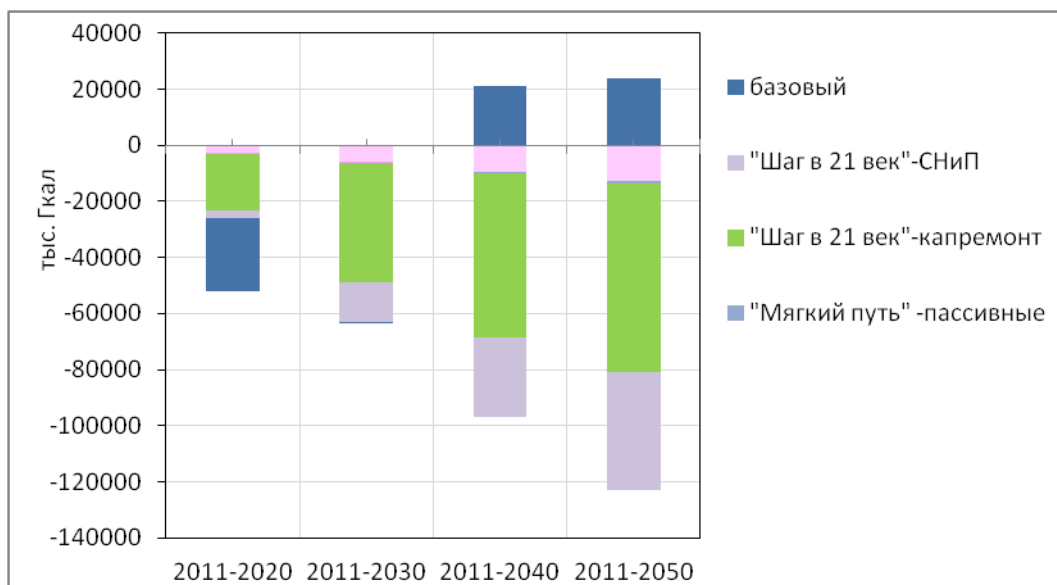
**Рисунок 8.29 Вклад отдельных мероприятий в изменение потребления электроэнергии населением в сценарии «Мягкий путь»**



Источник: ЦЭНЭФ

Экономия тепловой энергии от централизованных источников, в основном, получается за счет мер по повышению эффективности ее использования в новом строительстве и при капитальном ремонте зданий (рис. 8.30). При этом потенциальная роль капитального ремонта настолько значима, что ею нельзя пренебрегать.

**Рисунок 8.30 Вклад отдельных мероприятий в изменение потребления тепловой энергии населением в сценарии «Мягкий путь»**



Источник: ЦЭНЭФ

С точки зрения развития зданий по низкоуглеродным траекториям, важно оценить снижение потребности в топливе на нужды энергоснабжения зданий. Потребление угля, газа и нефтепродуктов снижается с 70,4 млн т в 2020 г. в базовом сценарии до 30 млн т в 2050 г. в сценарии «Мягкий путь», или на 57%.

**Таким образом, снижение потребления топлива в секторе зданий более чем в 2 раза при существенном росте площади жилых зданий возможно!**

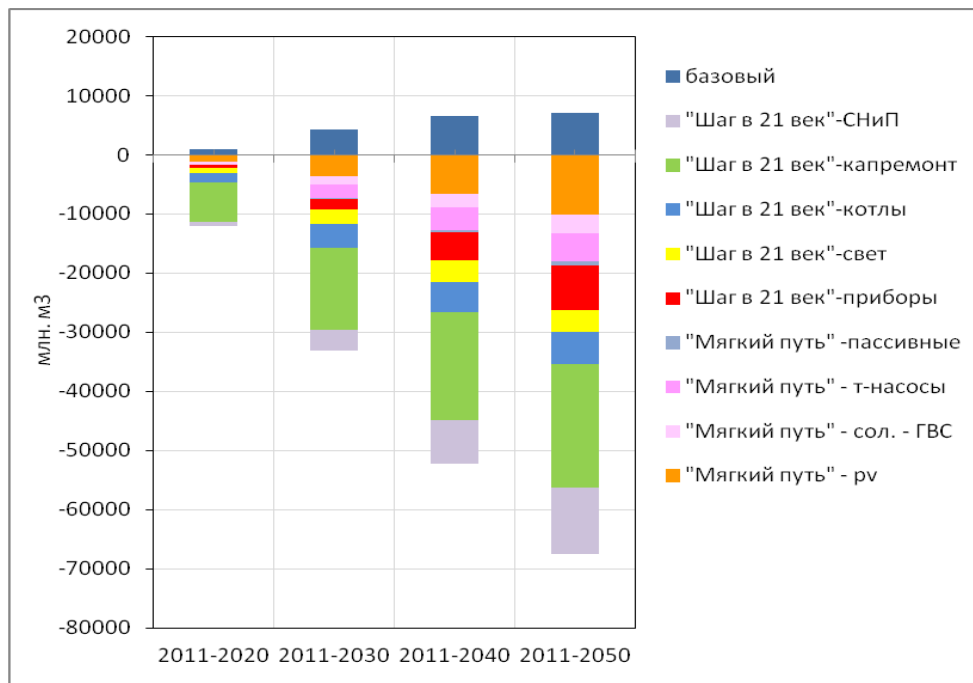
В первую очередь, это касается снижения потребления природного газа. Помимо прямой экономии на потребляющих топливо котлах, печах и плитах, получается также косвенная экономия за счет снижения потребления электрической и тепловой энергии. В сумме экономия природного газа (по сравнению с базовым сценарием) возрастает с 12 млрд м<sup>3</sup> в 2020 г. до 33 млрд м<sup>3</sup> в 2030 г., до 52 млрд м<sup>3</sup> в 2040 г. и до 68 млрд м<sup>3</sup> в 2050 г. (рис. 8.31). В итоге, экономия природного газа позволяет не только полностью компенсировать прирост его потребления в базовом сценарии, но и очень существенно снизить его абсолютное потребление не только в самом жилищном секторе, но и на электростанциях и котельных.

В период до 2030 г. экономию природного газа обеспечивают, в основном, меры по снижению потребления энергии. После 2030 г. значительно возрастает вклад развития возобновляемых источников энергии. **Всего за 2013-2050 гг. экономия природного газа равна 1328 млрд м<sup>3</sup>, что практически равно двухлетнему уровню его добычи и 7-летнему объему чистого экспорта природного газа из России.**

Значительные возможности снижения потребления топлива в секторе жилых зданий, а также производимых на топливных электростанциях электрической и тепловой энергии позволяют получить весомое снижение выбросов парниковых газов (оценка проведена по выбросам CO<sub>2-экв.</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O (рис. 8.31). Как показали расчеты, снижение составляет 26 млн т CO<sub>2-экв.</sub> в 2020 г., растет до 71 млн т CO<sub>2-экв.</sub> в 2030 г., до 112 млн т CO<sub>2-экв.</sub> в 2040 г. и до 145 млн т CO<sub>2-экв.</sub> в 2050 г. Это равно 7,6% от выбросов ПГ сектором «энергетика» в 2011 г.

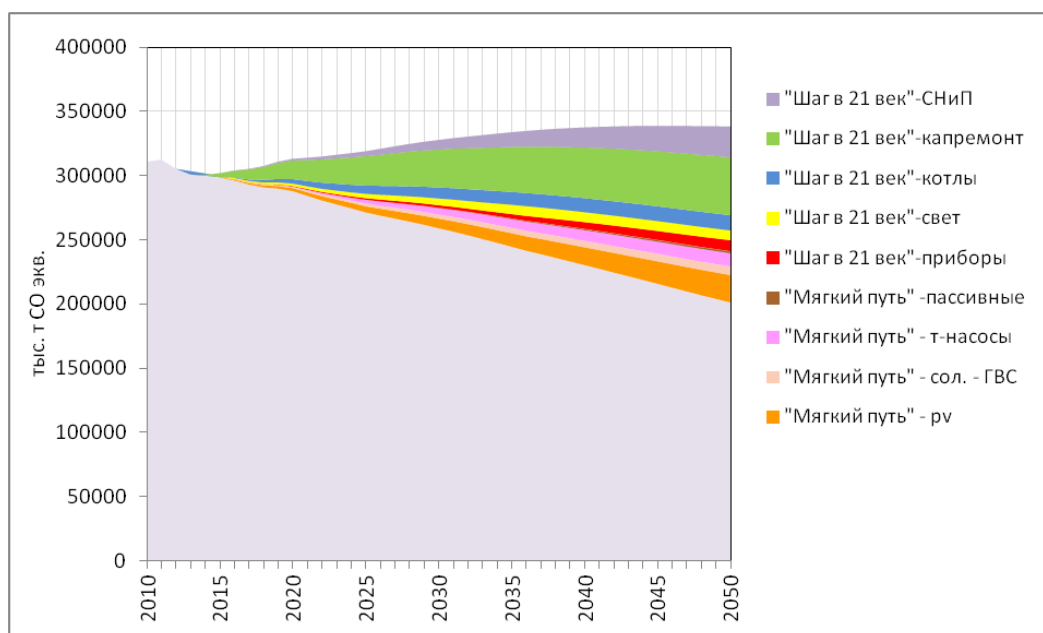
В 2011-2050 гг. кумулятивное снижение выбросов трех ПГ равно 2847 млн т  $\text{CO}_2\text{-экв.}$ , что в 1,5 раза выше выбросов ПГ сектором «энергетика» в 2011 г. Сокращение равно 42% от базового уровня и 35% от уровня 2011 г.

**Рисунок 8.31 Вклад отдельных мероприятий в изменение потребления природного газа в сценарии «Мягкий путь»**



Источник: ЦЭНЭФ

**Рисунок 8.32 Снижение выбросов парниковых газов за счет отдельных укрупненных мероприятий в сценарии «Мягкий путь»**



Примечание. Оценено снижение выбросов трех ПГ:  $\text{CO}_2\text{-экв.}$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ . Базовый уровень включает выбросы ПГ при выработке электроэнергии и тепловой энергии, используемой в жилищном секторе. Этот объем выбросов оценивается на основе средних коэффициентов удельных выбросов по всем группам источников за 2011.

Источник: ЦЭНЭФ



Таким образом, в сценарии «Мягкий путь»:

- удается обеспечить снижение потребления приобретаемой со стороны энергии в жилых зданиях к 2050 г. на 25% по отношению к уровню 2010 г.;
- в 2010-2050 гг. на 28% снижается потребление электроэнергии от сетей общего пользования, притом что общее потребление электроэнергии растет на 5%;
- прямая и косвенная экономия природного газа только за счет мер сценария «Мягкий путь» увеличивается до 68 млрд м<sup>3</sup> в 2050 г. Всего за 2013-2050 гг. экономия природного газа равна 1328 млрд м<sup>3</sup>, что практически равно двухлетнему уровню его добычи и 7-летнему объему чистого экспорта природного газа из России;
- до 2030 г. экономию природного газа обеспечивают, в основном, меры по снижению потребления энергии. После 2030 г. существенно возрастает вклад развития возобновляемых источников энергии;
- в 2011-2050 гг. кумулятивное снижение выбросов трех ПГ равно 2847 млн т CO<sub>2экв.</sub>, что в 1,5 раза выше выбросов ПГ сектором «энергетика» в 2011 г. Сокращение равно 42% от базового уровня и 29% от уровня 2011 г.;
- для практической реализации сценария «Мягкий путь» необходимо начать реализацию многих мер политики по стимулированию развития возобновляемых источников энергии, включая стимулирование применения тепловых насосов, солнечных водоподогревателей и фотоэлектрических панелей.